ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 FÉVRIER 1930.

PRÉSIDENCE DE M. Léon LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHOTO-ÉLASTICITÉ. — *Sur une nouvelle méthode pour l'étude expérimentale des tensions élastiques.* Note de M. **Ch. Fabry.**

On doit à M. Mesnager une méthode, qui a rendu de grands services, permettant d'étudier par l'expérience les problèmes d'élasticité à deux dimensions en utilisant la biréfringence du verre soumis à des tensions. Une lame de verre convenablement découpée, modèle réduit du corps à étudier, est soumise à des forces proportionnelles à celles qui agissent réellement sur ce corps; elle devient biréfringente et, en chacun de ses points, se comporte comme une lame cristallisée; les *axes* de cette lame se confondent avec les directions des tensions principales, et la mesure de sa biréfringence fait connaître la différence de ces deux tensions. Une autre mesure est nécessaire pour achever de résoudre le problème; M. Mesnager a montré qu'on peut y arriver en déterminant, en chaque point, la variation de l'épaisseur de la lame de verre sous l'action des forces appliquées.

Le problème est ainsi complètement résolu; mais la mesure de la variation d'épaisseur, de l'ordre du micron, est une opération délicate. Récemment, M. Henry Favre [1], de Zurich, a imaginé une autre méthode pour arriver au même résultat. En un point donné, la lame de verre non déformée a une certaine épaisseur optique e_0 (produit de son épaisseur réelle par son indice de réfraction). Sous l'action des tensions, la lame devient biréfringente, et

---

[1] Henri Favre, *Sur une nouvelle méthode optique de détermination des tensions intérieures* (*Revue d'Optique*, 8, 1929, p. 193 et suiv.; *Thèse de l'École polytechnique fédérale de Zurich*, Éditions de la *Revue d'Optique*; Paris 1929).

au lieu d'une épaisseur optique elle en acquiert deux, correspondant aux deux vibrations rectilignes principales qui sont transmises sans altération. Soient e' et e'' ces deux valeurs. La mesure des variations $e' - e_0$ et $e'' - e_0$, accompagnée de la détermination des directions des axes, détermine complètement les tensions principales. Tout est ramené à la mesure de variations d'*épaisseurs optiques*, sans qu'interviennent des épaisseurs réelles, et, par suite, sans utilisation de contacts mécaniques.

Dans l'appareil de M. Favre, les deux variations d'épaisseur optiques sont mesurées au moyen d'un interféromètre analogue à celui de Michelson dont tout l'ensemble doit rester invariable pendant les mesures. De cette méthode, M. Favre a tiré d'excellents résultats, mais l'appareil est un peu compliqué, et des précautions sont nécessaires pour maintenir invariable cet ensemble assez étendu malgré les variations de température.

Je me suis demandé s'il ne serait pas possible d'appliquer les mêmes principes en utilisant seulement les faces du modèle en verre, sans prendre appui, pour les mesures, sur des surfaces extérieures et éloignées. Les « franges de lames argentées » dont, avec le regretté A. Perot, j'ai introduit l'usage en optique, conduisent facilement à une solution très simple.

Le modèle en verre, d'épaisseur approximativement uniforme, est légèrement argenté sur ses deux faces; on l'éclaire en lumière monochromatique (par exemple au moyen de la radiation verte du mercure), et l'on observe par transmission. On a alors des franges brillantes *fines*, qui peuvent être observées de deux manières différentes : sous forme de « lignes d'égale épaisseur optique », en lumière parallèle et normale à la lame, et sous forme « d'anneaux à l'infini », en utilisant une toute petite région (moindre qu'un millimètre carré) de la lame. Lorsqu'on soumet la lame à des tensions, elle prend en chaque point *deux* épaisseurs optiques, toutes deux différentes de l'épaisseur initiale; les franges se déplacent et se dédoublent. Les deux déplacements par rapport à la frange initiale font connaître les deux variations d'épaisseur optique.

L'observation des franges, en lumière monochromatique, avant et après la compression laissera une incertitude sur le sens des déplacements et sur la partie entière des variations des ordres d'interférence. Toute incertitude cesse s'il est possible de suivre le phénomène lorsque les tensions croissent progressivement, suivant une loi d'ailleurs quelconque, depuis zéro jusqu'à leur valeur finale. Il suffirait d'ailleurs de faire cette observation sur un point de la lame, tout le reste s'en déduisant par continuité. Mais cette unique opération n'est même pas nécessaire ; si l'on se sert de la lumière du

mercure, certaines franges montrent des coïncidences de maxima de deux ou plusieurs radiations, et se reconnaissent immédiatement à leur couleur; leur position après la compression se retrouve sans difficulté.

Si l'on examine les franges à travers un analyseur on trouve, pour chaque point, deux orientations rectangulaires qui font disparaître l'un ou l'autre système de franges. Les deux directions de disparition font connaître les directions des tensions principales; leur observation peut dispenser de l'observation entre polariseur et analyseur. Il se peut cependant que, pour la recherche des directions des tensions principales et de la différence de ces tensions, la méthode classique de M. Mesnager reste plus simple et plus précise.

Les prévisions que je viens d'indiquer ont été complètement vérifiées, dans un essai fait à l'institut d'Optique avec le concours de M. Lucien Roux, sur une lame de verre de 4^{mm} d'épaisseur. Les deux modes d'observation (franges d'égale épaisseur et anneaux à l'infini) ont donné les résultats prévus. Les lignes d'égale épaisseur en lumière parallèle sont d'un emploi particulièrement commode; elles montrent une vue d'ensemble, et la photographie des franges, avant et après l'application des tensions, permettrait d'obtenir très rapidement les éléments de toutes les mesures. Les seules précautions à prendre seraient :

1° Maintenir constante la température du modèle, ou tenir compte des variations, précaution d'ailleurs nécessaire dans toutes les méthodes.

2° Ramener le faisceau éclairant à être normal aux faces du modèle, réglage très facile, qu'il n'est pas nécessaire de maintenir *pendant* qu'on établit les tensions, mais qu'il suffit de rétablir *après*.

Le seul inconvénient de la méthode que je viens de décrire, inconvénient qui existe aussi dans la méthode de M. Favre, est la nécessité d'employer un modèle assez bien travaillé, de telle manière que son épaisseur ne varie pas trop rapidement d'un point à un autre. S'il en était autrement, les lignes d'égale épaisseur formeraient un réseau de courbes si serrées que leur observation serait impossible. La difficulté n'est cependant pas aussi grande qu'on pourrait le croire. Si, par exemple, les deux faces sont à peu près planes mais font entre elles un angle de $30''$, on aura des franges rectilignes et parallèles avec une équidistance de $1^{mm},2$, dont l'observation sera facile; or une lame dont les faces sont parallèles avec une tolérance de $30''$ peut être obtenue très facilement.

Je ferai remarquer en terminant que l'argenture des faces n'est pas théoriquement indispensable, bien qu'elle rende l'observation beaucoup plus

précise et plus facile. Si la lame n'est pas argentée, il faudra l'examiner par réflexion; la compression produira non plus un dédoublement mais une diminution de netteté, allant jusqu'à la disparition des franges en certains points. Avec un analyseur, on retrouvera deux orientations rectangulaires qui leur rendront la netteté maximum; l'observation successive des deux systèmes de franges donnera les mêmes résultats, mais d'une manière moins simple et moins précise, que l'observation des deux systèmes de franges visibles simultanément dans le cas de la lame argentée.

ÉLECTRICITÉ. — *Diagrammes pour l'étude des régimes et de la stabilité statique des alternateurs accouplés.* Note [1] de M. **André Blondel**.

Considérons un nombre quelconque n d'alternateurs $G_1, G_2, \ldots$, travaillant simultanément à l'alimentation des barres d'un réseau [2].

Chaque alternateur et ses constantes $\mathbf{Z}$ et $\mathbf{Y} = \frac{1}{\mathbf{Z}}$ et ses variables $\mathbf{E}$ et $\mathbf{I}$ sont affectés d'un indice commun, p par exemple. Un ou plusieurs de ces alternateurs peuvent fonctionner, d'une manière permanente ou momentanément, comme récepteurs, donnant un travail mécanique ou non.

En supposant d'abord suivant l'approximation de Joubert que les machines $G_1, G_2, \ldots, G_n$ ont des réactances constantes $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2 \ldots, \mathbf{X}_n$, on peut écrire pour chaque alternateur l'équation de la force motrice interne et ensuite exprimer que l'intensité totale est égale à la somme $\mathbf{I}_e$ des intensités partielles; $\mathbf{I}_e$ est absorbée par un réseau de distribution $\mathbf{Y}_e$. On a ainsi le système d'équations vectorielles (où les lettres grasses indiquent des quantités complexes [2])

$$\mathbf{I}_e = \mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 + \ldots + \mathbf{I}_p + \ldots + \mathbf{I}_n,$$

$$\mathbf{I}_1 = \mathbf{Y}_1\mathbf{E}_1 - \mathbf{Y}_1\mathbf{Z}_e\mathbf{I}_e, \quad \ldots, \quad \mathbf{I}_p = \mathbf{Y}_p\mathbf{E}_n - \mathbf{Y}_n\mathbf{Z}_e\mathbf{I}_e, \quad \ldots.$$

On en tire

$$\mathbf{I}_p = \mathbf{Y}_p\left(1 - \frac{\mathbf{Y}_p}{\mathbf{Y}_e + \Sigma\mathbf{Y}}\right)\mathbf{E}_p - \mathbf{Y}_p\frac{\sum_{-p}\mathbf{Y}\mathbf{E}_p}{\mathbf{Y}_e + \Sigma\mathbf{Y}}, \quad \ldots \quad \mathbf{I}_p = \mathbf{A}_p\mathbf{E}_p - \sum_{-p}(\mathbf{A}_{pq}\mathbf{E}_q)$$

---

(1) Séance du 3 février 1930.

(2) Plus généralement, on sait qu'on peut toujours définir par de telles équations un réseau compliqué, pourvu que les récepteurs soient à impédance et capacité constantes.

pour un quelconque G_p des alternateurs, en désignant $\Sigma\mathbf{Y} - \mathbf{Y}_p$ par $\sum_{-p}\mathbf{Y}$.

Nous introduirons pour simplifier les admittances complexes

$$\mathbf{A}_p = A_p \underline{|\beta_p} \mathbf{Y}_p\left(1 - \frac{\mathbf{Y}_p}{\mathbf{Y}_e + \Sigma\mathbf{Y}}\right), \quad \ldots, \quad \mathbf{A}_{pq} = A_{pq} \underline{|\delta_{pq}} = \frac{\mathbf{Y}_p\mathbf{Y}_q}{\mathbf{Y}_e + \Sigma\mathbf{Y}}.$$

Les puissances et hormanances s'en déduisent comme on le sait en multipliant $\mathbf{I}_p$ par projection de $\mathbf{E}_p = E_p \underline{|\psi_p}$ et de $E_p \underline{\left|\psi_p + \frac{\pi}{2}\right.}$, respectivement,

$$P_p = A_p E_p^2 \cos\beta_p - A_{p1} E_p E_2 \cos(\delta_{p2} - \theta_{p1}) - A_{pq} E_{p1} E_q \cos(\delta_{pq} - \theta_{pq}), \quad \ldots,$$

en posant encore pour simplifier

$$\psi_p - \psi_1 = \theta_{p1}, \quad \psi_p - \psi_2 = \theta_{p2}, \quad \ldots, \quad \psi_p - \psi_q = \theta_{pq}.$$

L'hormanance (puissance réactive) de chaque alternateur, comptée négativement dans le cas où le courant est en retard par rapport à la force électromotrice de l'alternateur, s'en déduit en remplaçant les cosinus par les sinus correspondants. La puissance complexe $P + jH$ peut être représentée vectoriellement par une droite, résultante de P et H, soit $\mathrm{OB} = \mathbf{A}_p\mathbf{E}_p^2$.

Soit OD la résultante des vecteurs des puissances mutuelles. La puissance totale complexe de G_p a pour vecteur la droite BD. Si l'on décale l'alternateur G_p seul, cette résultante tournera de l'angle θ d'avance ou de retard de G_p. On donne à θ un signe tel que la puissance représentée par la projection horizontale de la droite MD (en appelant M la nouvelle position de l'extrémité de la résultante) diminue de longueur dans le cas du retard et augmente dans le cas de l'avance. Les positions du point M, pour lesquelles la puissance fournie par l'alternateur G_p atteint un maximum ou un minimum algébrique, sont les limites théoriques de sa stabilité statique.

Si les autres alternateurs subissent eux-mêmes des décalages de phase les uns par rapport aux autres, alors, au lieu de la résultante OD, il faut faire tourner séparément les vecteurs des différentes puissances mutuelles.

Le vecteur de la résultante MB peut être considéré comme représentant à une échelle convenable le courant de l'alternateur G_p en grandeur et en phase par rapport à la force électromotrice $\mathbf{E}_p$ de celui-ci supposée tracée suivant OX; car alors les deux projections du vecteur de puissance MB ont entre elles les mêmes valeurs relatives que les projections du courant de cet alternateur sur le vecteur de tension $\mathbf{E}_p$.

Dans le cas de deux alternateurs seulement, on pourrait porter les puis-

sances propres complexes de G_1 et G_2 en $O_{12}B_1$ et $O'_2B'_2$ et pour chaque décalage θ entre $\mathbf{E}_1$ et $\mathbf{E}_2$ tracer deux rayons $O_{12}M_1$ et $O_{12}M_2$, faisant avec $O_{12}D_{12}$ les angles $+\theta$ et $-\theta$ (en supposant que θ est l'angle d'avance de $\mathbf{E}_2$ sur $\mathbf{E}_1$, θ compté positivement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre), et les puissances totales complexes seraient figurées par les vecteurs $M_{12}B_1$ et $M_{12}B'_2$ respectivement. Mais nous trouvons plus commode de n'avoir qu'un seul point mobile M_{12} sur le cercle C_{12} et pour obtenir ce résultat nous rabattons autour de $O_{12}C_{12}$ comme charnière le polygone $O_{12}B'_2H'_2O_{12}$ et OX'_1, qui viennent à gauche en $O_{12}B_2H_2O_{12}X_{12}$. Les puissances de l'alternateur G_2 sont alors mesurées (ainsi que les courants qui leur sont proportionnels) par les projections de la puissance complexe B_2M_{12} sur les axes de coordonnées $O_{12}X_{12}$ et $O_{23}B_2$ relatifs à l'alternateur G_2. Les angles de phase des vecteurs de courant, d'admittance, de puissance, relatifs à G_2, sont alors à compter à partir de OX_{12} et positivement dans le sens des aiguilles d'une montre.

Le cas d'un transport de force entre deux alternateurs G_1, G_2 s'obtient en faisant $Z_n = \infty$; les deux points B_1 et B_2 viennent sur la droite de puissance mutuelle $O_{12}D_{12}$.

Il a suffi de généraliser cette méthode des images en l'appliquant aussi au groupe des alternateurs G_2 et G_3 pour obtenir l'épure de trois alternateurs ; les trois angles de décalage sont alors θ_{12} ; θ_{12} ; θ_{23} ; et les trois vecteurs de puissance F_1L_1 ; F_2L_2 ; F_3L_3.

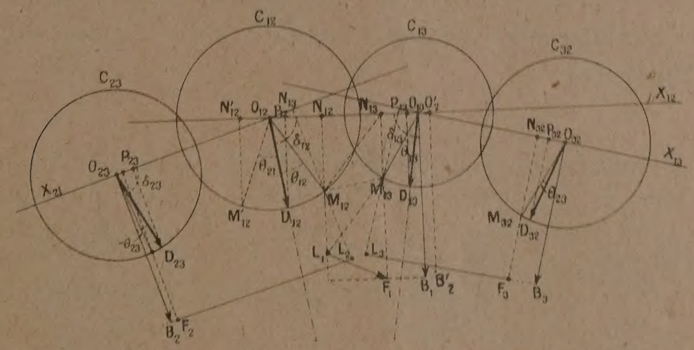
Application au cas de trois alternateurs. — On peut tracer assez facilement un diagramme unique pour l'ensemble de trois alternateurs, comme le montre la figure dans laquelle la droite $O_{12}O_{13}$ représente l'axe de puissance, et en même temps l'axe de la force électromotrice de l'alternateur G_1, l'axe $O_{12}O_{23}$ se rapporte de même à l'alternateur G_2 et l'axe $O_{13}O_{32}$ à l'alternateur G_3.

Par chacun des quatre points O on trace les vecteurs représentant les puissances mutuelles ; $O_{12}D_{12}$ représente la puissance mutuelle des alternateurs 1 et 2 proportionnelle à $A_{12}|\widehat{\delta}_{12}$ et forme avec la direction $O_{12}O_{13}$ un angle $\widehat{\delta}_{12}$ en arrière, de même $O_{13}D_{13}$ représente la puissance mutuelle des alternateurs G_1 et G_3 mais orienté de l'angle $\widehat{\delta}_{13}$ vers la gauche au lieu d'être mesuré vers la droite, et elle est proportionnelle à l'admittance A_{13}.

L'axe $O_{12}O_{23}$ fait avec $O_{12}C_{13}$ l'angle $\widehat{\delta}_{12}$ symétrique du précédent ; $O_{12}D_{12}$ est la bissectrice de $O_{23}O_{12}O_{13}$; de même $O_{13}D_{13}$ sera la bissectrice de l'angle formé par O_{13} et O_{32}. Autour de chacun des sommets O comme centre, on a tracé un cercle représentant les puissances mutuelles entre les

alternateurs portant les mêmes indices, par conséquent, les deux cercles extrêmes C_{23} et C_{32} sont égaux. Sur chacun des trois axes on construit le vecteur OB de la puissance propre de l'alternateur correspondant.

On obtient ainsi une figure formant un triptyque, dont les charnières seraient O_{12} D_{12} et O_{13} D_{13}. La même figure peut servir pour le cas de deux alternateurs, par exemple G_1 et G_2, si l'on supprime les trois cercles C_{13}, C_{23} et C_{32}; et à condition de modifier en conséquence le rayon du cercle C_{12}.



Solution graphique du problème des trois alternateurs sur réseau quelconque.
(En pratique, les angles δ sont $> 90°$ dès que le débit utile est important.)

Les modifications du régime de l'alternateur G_1 par l'alternateur G_2 et inversement sont obtenus en déplaçant sur le cercle C_{12} le point M_{12} vers la droite, si G_1 prend un retard θ_{12} par rapport à G_2, et vers la gauche si au contraire il prend une avance; de même les réactions entre G_1 et G_3 sont représentées par le déplacement du point M_{13} sur le cercle C_{13}, mais en portant cette fois sur la gauche de OD_{13} les angles de retard θ au lieu de les porter vers la droite; cela afin de pouvoir ajouter bout à bout les projections P_{12} H_{12} et P_{13} H_{13} quand G_1 prend l'avance à la fois sur G_2 et G_3 (1).

Si les alternateurs ont une réactance directe X_d différente de la réactance transversale, tous les calculs peuvent être faits en première approximation

(1) On pourrait d'ailleurs faire toute autre convention; par exemple mesurer l'angle D_{13} suivant O_{32} O_{13} D_{12}, en prenant comme sens pour l'avance de G_1 sur G_3 celui du déplacement de M_3 vers la droite de D_{13}. On voit facilement le signe qu'il faut choisir en remarquant que toute avance d'un alternateur par rapport à un autre augmente la puissance fournie par le premier alternateur. En outre, forcément $\theta_{23} = \theta_{13} - \theta_{12}$.

avec X_t; ensuite on corrigera ainsi les différents vecteurs d'admittance

$$A'_p = \left[1 - \frac{(X_t - X_d)_p I_p \sin\varphi_p}{E_p}\right] A_p,$$

$$A'_{pq} = \left[1 - \frac{(X_t - X_d)_q I_p \sin\varphi_q}{E_q}\right], \qquad \ldots,$$

dans lesquels φ_p, φ_q, ... sont les angles de phase des courants $\mathbf{I}_p$ par rapport à $\mathbf{E}_p$, $\mathbf{I}_q$ par rapport à $\mathbf{E}_q$, etc. Ces expressions tiennent compte du supplément $(X_t - X_d) I_p \sin\varphi$ combiné arithmétiquement avec la force électromotrice interne **E** correspondante [cf. *Comptes rendus*, 175, 1921, p. 624, équation (5)].

M. **L. Cayeux** fait hommage à l'Académie, de la part du Service de la Carte géologique détaillée de la France, d'un volume qui a pour titre général : *Les Roches sédimentaires de France*, et pour sous-titre *Roches siliceuses*, et s'exprime comme il suit :

Dans cet Ouvrage j'ai étudié successivement : les roches siliceuses d'origine détritique (sables, grès, etc.), les roches siliceuses d'origine organique (gaizes, spongolithes, jaspes, lydiennes, phtanites et diatomites), et, enfin, les roches siliceuses d'origine chimique (cherts, silex, chailles, silexites, meulières, etc.). Ce livre, qui comporte 30 planches en héliogravure, fait suite à l'*Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires*, publiée en 1916.

M. **M. d'Ocagne** fait hommage à l'Académie :

1° d'un article qu'il vient de faire paraître dans la *Revue des questions scientifiques*, de Louvain (livraison de janvier 1930), intitulé *L'œuvre mathématique de Georges Humbert*;

2° d'une brochure de M. Jean Grégoire : *La transmission aux roues avant de l'automobile*, dont il a écrit la *Préface*, et où l'auteur développe dans tous ses détails la solution qu'il a donnée, sous le nom de *joint homocinétique*, du problème de la transmission, avec conservation de la vitesse, d'une rotation entre deux axes faisant entre eux un angle variable.

NOMINATIONS.

M. J. **Bordet** est désigné pour représenter l'Académie aux cérémonies qui auront lieu, les 23, 24 et 25 juin 1930, à l'*Université libre de Bruxelles*, à l'occasion de l'inauguration du groupe de constructions universitaires offert par la *C. R. B. Educational Foundation* et de l'École de Médecine offerte par la *Rockefeller Foundation*.

ELECTIONS.

M. **Augustus Love**, par 28 suffrages contre 18 à M. *D. Riabouchinsky*, est élu Correspondant pour la Section de Mécanique en remplacement de Sir *George Greenhill* décédé.

PLIS CACHETÉS.

M. F. **Boinot** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 22 mai 1922 et inscrit sous le n° 9005.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée *Fermentation butylacétonique. Étude de la transformation en alcool butylique et en acétone de sels organiques ajoutés pendant la fermentation.*

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats à la place de Membre titulaire vacante au Bureau des Longitudes par le décès de M. *H. Andoyer*.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la répartition des valeurs d'une fonction méromorphe.* Note de M. F. Marty, présentée par M. Goursat.

Étant donnée une fonction $f(z)$ méromorphe à l'intérieur d'un domaine fermé D, il existe un entier p tel que toute valeur prise par $f(z)$ dans D y soit prise p fois au plus : p est dit ordre de multivalence de f dans D (¹). On peut se proposer de trouver les propriétés des domaines partiels intérieurs au domaine d'existence d'une fonction multivalente d'ordre p, notamment au voisinage des points singuliers. Cette Note résume des résultats que l'on peut obtenir en envisageant un domaine fermé D dans lequel la fonction est méromorphe, et qui sont utiles dans des problèmes plus généraux.

1. Je vais d'abord prendre le cas où la fonction $f(z)$ est holomorphe, et où sa dérivée ne s'annule pas dans D. Un procédé de subdivisions successives, par exemple, permet d'établir le lemme suivant :

Lemme. — *Étant donnée une fonction $f(z)$ holomorphe dans un domaine fermé et fini* D, *dans lequel $f'(z)$ ne s'annule pas, il existe trois nombres d, m et n, positifs tels que l'inégalité*

$$|z_1 - z_2| \leq d$$

entraîne les inégalités

$$m \leq \left| \frac{f(z_1) - f(z_2)}{z_1 - z_2} \right| \leq n,$$

z_1 et z_2 désignant deux points du domaine D.

Par conséquent, à l'intérieur du domaine D, la fonction est univalente dans tout cercle de diamètre d.

Appelons *points homologues* deux points où la fonction $f(z)$ prend la même valeur. On peut établir le :

Théorème I. — *Étant donné un groupe de points* P *intérieurs à* D *et homologues, on peut construire autour de chacun d'eux un domaine k tel que :*

1° *$f(z)$ est univalente dans chaque domaine k.*

2° *Toute valeur prise par $f(z)$ dans un domaine k est prise dans tous les autres.*

3° *A l'intérieur de chaque domaine k on peut tracer le cercle de centre* P *et de rayon $a\frac{m}{n}$.*

(¹) Cf. P. Montel, *Sur les familles quasi normales de fonctions holomorphes* (*Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, 2ᵉ série, 6, 1922, p. 20).

a désigne la plus petite des longueurs $\frac{d}{2}$ et l (plus courte distance d'un point P à la frontière de D). Dans le cas où un ou plusieurs points homologues se trouvent sur le contour, on a un résultat de forme moins simple, implicitement contenu dans la suite de cette Note.

2. Étant donné un point P du domaine D, traçons à partir de P un arc continu; si P_1 est un point homologue de P intérieur à D, il part de P_1 un arc dont tous les points sont respectivement homologues des points de l'arc issu de P, la correspondance étant bicontinue. On pourra être arrêté dans le prolongement de l'arc issu de P_1 par la rencontre du contour, si l'arc issu de P contient des points homologues de points du contour et dans ce cas seulement.

Nous appellerons *arcs homologues* deux arcs ainsi définis, et nous rappelerons que si un arc est formé d'un nombre fini d'arcs élémentaires (arcs convexes en tout point ne rencontrant pas en d'autres points la droite qui joint leurs extrémités) il en est de même de tous ses arcs homologues.

Envisageons un domaine fini fermé D, dont le contour est d'un seul tenant sans comprendre d'arcs « coupures » (dont les points ne sont pas limites de points extérieurs) ni de points doubles.

Théorème II. — *Si $f(z)$ est « p-valente » dans un domaine* D, *et si le contour n'a pas de points homologues à l'intérieur de* D :

1° *$f'(z)$ s'annule à l'intérieur de* D;

2° *Toute valeur prise une fois dans* D *y est prise p fois.*

Nous dirons qu'un tel domaine D est *réduit*. Soit alors un domaine D qui ne soit pas réduit, mais tel qu'après avoir rendu le domaine d'un seul tenant par des coupures, le contour obtenu soit formé par un nombre fini d'arcs élémentaires et ait une longueur finie :

Théorème III. — *Si $f(z)$ est holomorphe dans le domaine fermé* D *les arcs homologues d'arcs du contour sont en nombre fini; ils partent d'un point du contour pour aboutir en un autre point du contour; ils décomposent* D *en un nombre fini de domaines partiels d.*

Nous dirons que D est décomposé en *cellules*.

3. Supposons d'abord que $f'(z)$ ne s'annule pas dans D, cette décomposition a les propriétés suivantes :

Théorème IV. — 1° *La fonction est univalente dans tout domaine d.*

2° *Étant donnés deux domaines d, ou bien toute valeur prise dans l'un est prise dans l'autre, ou bien aucune valeur prise dans l'un n'est prise dans l'autre.*

3° *Le procédé de décomposition indiqué donne le minimum du nombre de domaines partiels connexes que doit comprendre une subdivision de* D *pour avoir ces propriétés, et réalise seul ce minimum.*

4° *La condition nécessaire et suffisante pour que deux cellules soient homologues est que leurs contours soient complètement homologues.*

Théorème V. — 1° *Si le contour de* D *est d'un seul tenant sans coupures ni points doubles, il est possible que toutes les cellules soient homologues entre elles.*

2° *Si* D *est multiplement connexe, si toute valeur prise dans* D *est prise exactement* p *fois, et si les contours de* D, *après suppression des coupures, n'ont pas d'homologues à l'intérieur de* D, *tout point du contour a* $p-1$ *homologues sur le contour; le prolongement analytique de la fonction à l'intérieur de l'un au moins des trous donne un zéro ou un pôle de la dérivée, ou une singularité de la fonction.*

4. Si nous supprimons la condition $f'(z) \neq 0$, ces propriétés s'étendent; en outre, on peut supposer $f(z)$ méromorphe en faisant jouer des rôles symétriques aux zéros et aux pôles de $f'(z)$. Avec ces nouvelles hypothèses les cellules sont des domaines réduits, mais une subdivision nouvelle en *sous-cellules* fournit des domaines d'univalence auxquels le théorème IV s'applique.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Influence de l'état initial de certains métaux et alliages sur la variation de dureté en fonction de l'écrouissage.* Note de MM. **Guichard**, **Clausmann** et **Billon**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons donné [1] les courbes de variation de dureté en fonction de la déformation par le laminage, pour divers métaux et alliages monétaires. Ces métaux et alliages avaient été soigneusement recuits avant tout travail.

Or il est bien connu que le métal simplement coulé peut avoir une structure différente de celle du même métal recuit. Dans quelle mesure cette différence d'état initial se conserve-t-elle au cours des déformations produites par le laminage? C'est ce que nous avons cherché à mettre en évidence sur quelques-uns des exemples que nous avions étudiés.

Deux cas se sont rencontrés : pour certains métaux ou alliages, les courbes de durcissement ne sont pas modifiées par la différence d'état initial,

---

(1) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 112.

non plus que la limite maxima de dureté; pour d'autres au contraire, les courbes et les limites de dureté paraissent dépendre de cet état initial.

Si, par exemple, on écrouit, par laminage, du cuivre électrolytique fondu, désoxydé à la coulée et non recuit, la dureté progresse de 35 unités Brinnel à 103; si ce même cuivre a été soigneusement recuit, la courbe de dureté va de 33 à 108, ce qui n'est pas différent.

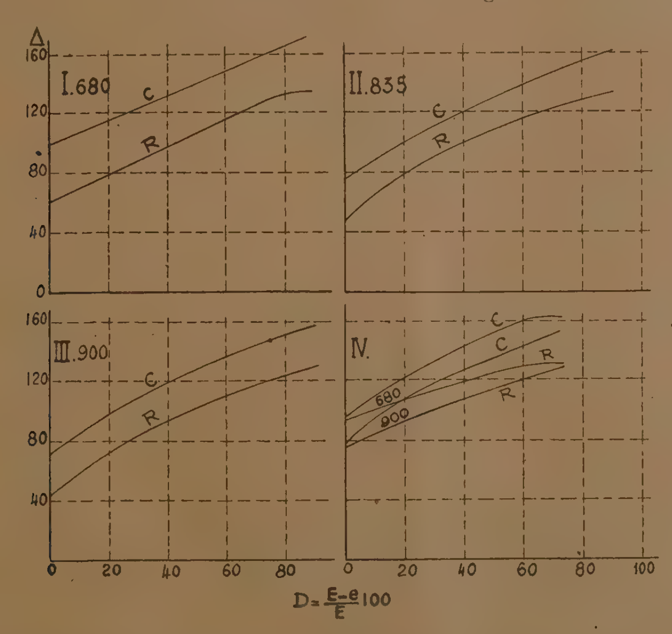
L'écrouissage D a été poussé dans ces essais et dans les suivants jusqu'à 90 pour 100, c'est-à-dire à l'extrême limite de ce qui est possible; nous le mesurons par la relation

$$D = \frac{E - e}{E} 100;$$

E est l'épaisseur initiale et e l'épaisseur atteinte par le laminage.

L'argent pur donne de même, soit coulé, soit recuit, une variation de dureté de 22 à 83. De même encore, le cuivre-nickel des monnaies va de 77 à 162 (coulé), ou de 66 à 162 (recuit). Ce dernier est, comme on le sait, un alliage à solution solide.

La conclusion est toute différente avec les alliages de cuivre et d'argent,



alliages à eutexie, essentiellement hétérogènes. Nos essais ont porté sur trois titres différents : 680, 835, 900 millièmes d'argent.

Le métal à 680 millièmes, coulé, C (*fig.* I) va, en unités Brinnel Δ, de 100 à 181; le même métal, après recuit, R, va de 60 à 134, pour un écrouissage D de 90. Pour le

métal à 835 millièmes, les deux courbes (*fig.* II) vont de 77 à 162 (coulé C) ou de 48 à 131 (recuit R). Enfin, le métal à 900 millièmes donne les deux courbes (*fig.* III) de 71 à 157 (C) et de 44 à 131 (R). Ces différences, confirmées sur des lames provenant de diverses préparations, peuvent encore être mises en évidence de la manière suivante : On écrouit une lame recuite R juste assez pour qu'elle reprenne la dureté de la lame simplement coulée C dont elle provient. On prend alors deux échantillons de ces lames R et C, ajustées exactement à la même épaisseur. On procède ensuite au laminage progressif de ces deux lames qui ont donc même dureté et même épaisseur et, par suite, des points de départ identiques sur le diagramme (*fig.* IV). Or on constate que les deux courbes divergent dès le début, celle du métal coulé montant plus vite que celle du métal recuit. Pour le 680 millièmes, C va de 96 à 162; R de 94 à 131. Pour le 900 millièmes, C va de 77 à 153, R de 77 à 131.

Pour conclure, il semble résulter des mesures que nous avons faites sur divers métaux et alliages, que l'on obtient, en général, une courbe de dureté en fonction de l'écrouissage, d'allure classique, conduisant à une dureté limite caractéristique de chacun d'eux et que cette limite est la même pour un métal simplement coulé et pour le même métal recuit (cas du cuivre, de l'argent, du cuivre-nickel).

Pourtant les alliages cuivre-argent, de divers titres, conduisent difficilement à une limite de dureté. En outre, dans chaque cas, le métal coulé tend vers une limite de dureté plus élevée que le métal recuit. Quelque chose de la différence initiale de structure se conserverait donc à travers les profondes déformations que produit l'écrouissage intense de ces alliages.

MÉCANIQUE. — *Résultats d'expériences sur la poussée des terres.* Note de M. **L. Ravier**, présentée par M. Mesnager.

Quand on établit une muraille de soutènement retenue par des ancrages, les efforts imposés à ceux-ci peuvent théoriquement être calculés par les formules classiques de la poussée des terres.

Nous nous sommes proposé de vérifier les tensions existant effectivement dans de tels ancrages.

Nous avons opéré sur des modèles réduits en mettant derrière la petite muraille essayée un remblai en gravier non cohérent que nous considérions comme représentant, suivant le principe de similitude mécanique, un remblai en moellons mis derrière le mur de soutènement de hauteur normale.

Pour la mesure des tensions dans les ancrages, nous avons accroché chacun de ceux-ci à la muraille par l'intermédiaire d'une sorte d'étrier fixé

en saillie sur cette muraille, le tirant traversant la paroi librement par un orifice et étant accroché à l'étrier par l'intermédiaire d'un ressort à boudin, formant peson, convenablement taré.

Avec cette installation nous avions constamment sous les yeux l'effort imposé à l'ancrage.

Les expériences faites ainsi nous ont amené aux constatations, puis aux déductions suivantes :

Quand on a établi une surcharge sur le terre-plein retenu par une muraille de soutènement (ou un quai) et qu'on retire cette surcharge, la tension créée dans les ancrages subsiste presque intégralement.

On s'explique facilement la chose par le fait que la surcharge comprime le remblai, et que, quand on la retire, le remblai reste comprimé.

Il doit évidemment en être de même avec toute disposition de muraille de soutènement, même ne comportant pas d'ancrages.

Nous avons d'autre part, toujours avec le remblai de gravier, fait la constatation que quand la surcharge augmente, la poussée contre la muraille croît moins que proportionnellement à la surcharge.

Cela nous paraît correspondre au fait que quand la surcharge sur le remblai de gravier a produit la compression maxima possible par le tassement des éléments de ce gravier, l'addition d'une surcharge complémentaire, ne pouvant plus produire de tassement, ne fait plus aussi augmenter que de beaucoup moins la poussée contre la muraille.

Nous sommes passé de là à l'hypothèse, que si l'on trouvait le moyen de comprimer le remblai d'avance sans créer de pression derrière la muraille, quand on ajouterait une surcharge il n'en résulterait qu'une poussée nulle ou réduite derrière la muraille.

On reviendrait d'ailleurs ainsi au cas d'un terrain tassé naturellement, et compact, dans lequel on peut tailler une tranchée verticale assez profonde et même charger jusqu'à un certain point les côtés de cette tranchée sans qu'il y ait éboulement.

Nous imposant toujours d'opérer avec un remblai non cohérent, nous avons exécuté un remblai en gravier derrière une muraille en le tassant au fur et à mesure de son exécution avec un appareil vibrateur.

Une surcharge importante imposée ensuite sur le terre-plein n'a donné qu'une poussée réduite derrière la muraille.

Continuant à analyser ces résultats, nous avons fait les remarques suivantes :

Le gravier que nous employions, comme la plupart des graviers d'ailleurs,

naturel ou de concassage, était composé en grande partie de grains plats.

Le tassement vibratoire a pour effet de provoquer un meilleur arrimage de ces grains plats qui doivent alors un peu se ranger comme les pierres d'un mur en pierres sèches, et comme apparaissent d'ailleurs juxtaposés les grains plats d'un banc de gravier naturel.

Au moment même où l'on déverse le gravier par l'action de la pesanteur, les grains ont tendance à se mettre à plat, et il en résulte qu'un remblai naturel comprenant des éléments plats n'est pas un milieu isotrope.

Les théories rigoureuses de la poussée des terres supposent le milieu isotrope; elles négligent tous les phénomènes que nous avons constatés, elles nous paraissent faussées de ce fait.

Le vieux raisonnement de Coulomb, qui présente moins de rigueur, mais que l'on peut plus facilement adapter aux circonstances, est, par suite, peut-être préférable.

Dans un autre ordre d'idées, nous avons observé ce qui suit :

Une petite muraille simplement posée sur le sol étant retenue par deux ancrages l'un vers le haut et l'autre vers le bas, nous cherchions à vérifier la répartition de la poussée entre l'ancrage du haut et l'ancrage du bas.

D'après les formules ordinaires de la poussée des terres, l'ancrage du bas aurait dû travailler plus que celui du haut.

Nous avons trouvé qu'en réalité il en était autrement et que l'ancrage du bas n'était soumis qu'à un très faible effort.

L'explication qui apparaît est que la poussée contre la muraille a (conformément à la thèse de Resal et à une hypothèse qu'avait d'ailleurs envisagée Coulomb) une composante verticale appuyant la muraille sur le sol, de telle sorte que le simple frottement sur celui-ci retient la muraille sans que l'ancrage inférieur ait à travailler.

ASTRONOMIE. — *Sur le calcul de l'orientation du grand cercle de recherche des astéroïdes.* Note (¹) de **Benjamin Jekhowsky.**

Le problème de correction des éphémérides des petites planètes, que j'ai traité en indiquant brièvement les résultats dans une Note des *Comptes rendus* (²), m'a conduit à d'autres problèmes relatifs aux petites planètes,

---

(¹) Séance du 17 février 1930.

(²) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 548.

en particulier à celui du calcul de l'orientation du grand cercle de recherche des astéroïdes ([1]).

Cette question, vu son importance, a vivement intéressé les astronomes ([2]).

En attendant que paraisse mon Mémoire, où toutes ces questions sont traitées en détail, je demande la permission de faire les remarques suivantes :

1° Les raisons pour lesquelles il faut tenir compte au moins de la variation $d\rho$ de la distance géocentrique ρ de la planète, lorsqu'elle se trouve éloignée de la date de l'opposition, sont déjà indiquées dans le Mémoire cité ([3]) de M. Popovici.

2° Toutes les formules que l'on peut déduire dans ce cas résultent des équations (3) et (4) de ma Note ([4]) où je mets en évidence les cosinus directeurs de la direction calculée et leurs différentielles.

3° Je me borne à indiquer ici que, si l'on tient compte de la variation $d\rho$, ma formule (4) ([4]), en posant

$$\mathcal{J} = 1 - \frac{(g_1\lambda_1 + g_2\lambda_2 + g_3\lambda_3)\sin\delta}{g_3}, \tag{1}$$

devient

$$j = \frac{15' g_3 \cos\delta}{\lambda_1 g_2 - \lambda_2 g_1}\mathcal{J}. \tag{2}$$

De sorte que dans ce cas, comme on le voit, il vient un facteur de correction, facile à calculer quand on s'éloigne de l'opposition et rien ne change ainsi pour la construction des Tables, comme je l'ai indiqué ([5]).

Le fait important est que, pour le calcul de la quantité j, on se trouve en présence des quantités déjà connues et ces quantités résultent de la connaissance d'une seule position de la planète.

([1]) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 771.
([2]) *Journal des Observateurs*, **12**, XI, 1929, p. 199.
([3]) *Bull. Astr.*, **28**, 1911, p. 33.
([4]) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 549.
([5]) *Astr. Nachr.*, **236**, n° 5658, p. 295.

ASTRONOMIE. — *Sur un calendrier perpétuel donnant instantanément le calendrier d'une année quelconque julienne ou grégorienne.* Note de M. **Maurice Michel**, présentée par M. Ch. Lallemand.

Le calendrier perpétuel en question permet de mettre intantanément en vue les quantièmes et jours des 12 mois de n'importe quelle année julienne ou grégorienne. Il donne immédiatement, sans calcul et sans correction, le jour de la semaine correspondant à une date quelconque, les années ayant le même calendrier, etc., et résout, avec la plus grande simplicité, divers autres problèmes de dates.

Il peut ainsi rendre certains services, car la recherche du jour correspondant à une date déterminée est généralement longue et parfois compliquée, surtout pour les dates lointaines, à cause de l'intercalation des années bissextiles et de la réforme grégorienne de 1582 (suppression de 10 jours et maintien d'une seule année séculaire sur quatre).

L'année de 365 jours donne 52 semaines de 7 jours + 1 jour d'excédent; l'année bissextile donne 2 jours d'excédent. Le siècle julien ou le siècle grégorien à année séculaire bissextile donne 100 + 25 jours, soit 17 semaines + 6 jours d'excédent ou 18 semaines — 1 jour. Le siècle grégorien à année séculaire non bissextile donne 18 semaines — 2 jours.

Ainsi, entre deux dates distantes de 1 an ou de 100 ans, il y a 1 ou 2 jours d'avance ou de recul, et ces écarts sont différemment variables selon la suite des années considérées. Le tableau suivant montre qu'ils sont, à 100 ans d'intervalle, tantôt — 1, — 2, — 2, — 2, tantôt — 2, — 2, — 2, — 1, et, pour une même date d'années voisines, tantôt + 1, + 2, tantôt + 1, + 1, tantôt + 2, + 1.

	1599 1999	1600 2000	1601 2001		1699 2099	1700 2100	1701 2101		1799 2199	1800 2200	1801 2201		1899 2299	1900 2300	1901 2301	
1er Janv.	V			−1	J			−2	Ma			−2	D			−2
»		S		−1		V		−2		Me		−2		L		−2
»			L	−2			S	−2			J	−2			Ma	−1
1er Mars.	L			−1	D			−2	V			−2	Me			−2
»		Me		−2		L		−2		S		−2		J		−1
»			J	−2			Ma	−2			D	−2			V	−1

Ces sautes différemment variables de 1 ou 2 jours et la réforme grégorienne compliquent la confection d'un calendrier simple et pratique. Ces difficultés sont résolues ici simplement, d'une façon générale et pour toutes

les années juliennes et grégoriennes : les parties séculaires des années sont inscrites sur un support mobile portant également les noms des jours; celui-ci se déplace devant un support fixe portant les parties annuelles de 00 à 99, ainsi que les quantièmes et les mois; tous ces éléments de dates sont inscrits dans leur ordre logique, avec le décalage voulu des parties séculaires et annuelles pour tenir compte des siècles ou années bissextiles. En plaçant simplement en concordance les deux parties du millésime d'une année, on obtient le calendrier entier de cette année (19 en face de 30 donne le calendrier de 1930, 12 en face de 82 donne celui de 1282).

Le jour correspondant à une date donnée se trouve au croisement des rangées du mois et du quantième. On a également immédiatement, par exemple, les 10 de chaque mois, les vendredis 13, la date du 3e jeudi d'un mois, les mois de 5 dimanches, les années de même calendrier, etc. On trouve aussi instantanément que deux événements qui ont eu lieu les deux premiers vendredis 13 janvier du XIXe siècle se sont passés en 1804 et 1809 (en amenant V en face de 13 dans les colonnes Janv. et Janv. année bissextile); qu'un enfant, son père et son grand-père, nés en des années de dim. 29 février, sont de 1920, 1880, 1852.

Le renouvellement des mêmes jours aux mêmes dates tous les 700 ans (calendrier Julien) ou 400 ans (calendrier grégorien) permet de prolonger le calendrier avant l'ère chrétienne ou au delà des limites du modèle, en ajoutant ou retranchant un multiple de 700 ou 400. Exemple : l'origine de l'ère égypto-chaldéenne, le 26 février julien 747 avant J.-C., est un mercredi, comme le 26 février 654 (car $-746 + 1400 = 654$).

Alors que, dans les barèmes ou calendriers existants, les recherches donnent lieu à calculs, corrections, manipulations diverses, ou que ceux-ci sont limités à une période plus ou moins longue, ou ne donnent qu'un jour ou un mois, ou présentent les éléments de dates en désordre, ici le problème est traité dans sa généralité et résolu très simplement.

On peut varier les modèles, les faire circulaires ou cylindriques, disposer autrement les éléments des dates, ou utiliser la répétition du cycle de 28 ans, le principe reste le même et la simple mise en regard des deux parties du millésime donne par *ce seul mouvement*, *instantanément*, *sans calcul* et *sans correction*, le calendrier de l'*année entière*, avec une rapidité facilitée par le fait que tous les éléments des dates, *partie séculaire*, *partie annuelle*, *mois*, *quantième*, *jour*, se trouvent dans leur *ordre normal* et *logique*.

GÉOGRAPHIE. — *Sur le remaniement des alluvions dans les lacs aménagés en réservoirs.* Note de M. L. **Gaurier**, présentée par M. H. Douvillé.

Dans une Note du 13 janvier 1920, j'ai indiqué que les variations rapides et réitérées de la surface liquide dans les lacs aménagés en réservoirs provoquaient, sous la double action du ruissellement et du clapotis des vagues, un glissement de tous les talus meubles des rives vers le fond du lac.

Comme les couches superficielles des dépôts riverains sont seules affectées par cet entraînement des matériaux, l'exhaussement du fond de la cuvette ne progresse qu'avec lenteur. Mais ce travail s'exerce avec plus d'intensité dans les cônes de déjection torrentielle débouchant dans le lac, car ici l'érosion n'est plus due seulement au ruissellement et aux vagues, mais à la force vive du torrent qui a jadis formé le delta sous-lacustre, et qui cherche à l'éventrer, maintenant qu'il émerge.

En effet, avant l'aménagement du réservoir le courant était immédiatement amorti par la résistance de la nappe d'eau calme dans laquelle il entrait, de sorte qu'il déposait devant son embouchure la masse principale de ses alluvions. Maintenant que cette nappe d'eau est abaissée de plusieurs dizaines de mètres, le courant ne peut plus y descendre qu'en se creusant un lit dans l'épaisseur du delta mis à découvert. L'érosion régressive évide donc dans le cône de déjection une tranchée qui s'approfondit sans cesse ; et comme le cours d'eau y rencontre peu d'obstacles volumineux, son lit prend une pente très inclinée et suit un tracé à peu près rectiligne.

Il serait très intéressant de pouvoir calculer avec précision la rapidité de cette érosion. Elle doit être grande si l'on en juge par les modifications du vaste delta qui occupe une partie de la rive sud du lac d'Oo (Haute-Garonne), sous la cascade venant du lac d'Espingo. Ce delta a émergé pour la première fois le 18 août 1921, date de la mise en service de ce lac; or, quatre ans et demi plus tard, en avril 1926, le torrent d'Espingo avait déjà creusé dans ce talus, naguère horizontal, un véritable ravin large d'une quinzaine de mètres, profond de 8 à 10^{m}, et long d'environ 150^{m}, entre le pied de la cascade et le lac. Le volume des matériaux enlevés par ce torrent atteint ainsi 2250^{m^3}. En moyenne le delta a donc perdu annuellement 500^{m^3} qui sont allés se déposer au fond du lac.

Il est évident que si le talus est émergé sur une grande hauteur, juste au moment d'une crue due à la fonte des neiges ou à quelque pluie diluvienne,

l'affouillement du delta et le comblement consécutif du lac deviennent considérables. Le 20 mai 1926, à la suite d'un coup de vent du Sud qui provoqua une forte fusion des neiges, la cascade du lac d'Oo augmenta démesurément, et une énorme quantité de matériaux fut enlevée au cône de déjection et jetée dans le lac dont l'eau resta trouble pendant plusieurs jours.

Mais c'est au lac d'Artouste que ce phénomène s'est manifesté avec le plus de puissance. Deux cônes de déjection y descendent : l'un au débouché du torrent de Bat-Boucou, l'autre à l'embouchure d'un ruisselet descendant du col d'Arrius. Il est à remarquer que le torrent principal, décanté dans le grand lac d'Arrémoulit et dans un chapelet de petits bassins, n'a formé aucun dépôt dans le lac d'Artouste. Le niveau de ce bassin était abaissé de 36^{m},20, le 8 juillet 1925, lorsque à la suite d'un gros orage le ruisselet du col d'Arrius se gonfla subitement. Le vaste delta qu'il traversait, n'étant plus maintenu par la pression du lac, fut littéralement éventré : *plus du quart de sa masse totale* croula dans le lac d'Artouste, et s'y étala de nouveau en un large cône de déjection, très aplati.

Six semaines après cet éboulement, le niveau du lac ayant encore baissé de 14^{m},50, le nouveau delta avait déjà été entamé à son tour par l'érosion régressive, et un nouveau ruisseau y circulait dans un lit profond.

Ces observations prouvent que le déplacement des matériaux meubles des rives vers le fond des lacs est assez actif pour mériter l'attention des ingénieurs chargés d'aménager ces réservoirs. Sans doute le volume d'eau disponible reste le même puisque la nappe liquide gagne en étendue sur les rives ce qu'elle perd en profondeur ; mais puisque le comblement devient d'autant plus rapide que les oscillations du niveau du réservoir sont plus fréquentes, il est indispensable que la galerie destinée à amener l'eau du lac aux conduites de l'usine débouche toujours à une assez grande hauteur au-dessus du fond de la cuvette, sous peine d'être promptement obstruée par les alluvions.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur les principales zones chalutables de la Méditerranée orientale. Carte de pêche du golfe d'Alexandrette.* Note de M. **A. Gruvel**, présentée par M. L. Mangin.

Les travaux que nous avons poursuivis, au cours de deux missions successives sur les côtes de Syrie, soit seul, soit avec l'aide de l'un de mes collaborateurs, M. W. Besnard, nous ont permis, grâce à la mise à notre

disposition de l'un des avisos de la Défense mobile et, surtout, d'un chalutier, d'étudier les différentes zones chalutables situées entre l'embouchure du Nil et le golfe de Tarse, en passant par les côtes de Palestine et de Syrie.

Nous avons pu délimiter quatre zones chalutables :

La *première* comprise entre l'embouchure du Nil et le cap Carmel;
La *deuxième* s'étendant de Tripoli vers Lattaquié;
La *troisième* formée par la quasi-totalité du golfe d'Alexandrette;
Enfin la *quatrième*, située dans le golfe de Tarse.

La première zone, qui s'étend plus spécialement sur des fonds de 60 à 200^m, est formée de sable pur, de sable vaseux, parfois, de débris de coraux, de coquilles brisées, avec, vers la profondeur de 60^m, des têtes de roches disséminées un peu sporadiquement, au milieu de quelques fonds de gros graviers, très durs au chalut, plus spécialement dans la région de Jaffa. Les merluchons, dits merlans, y sont abondants et de bonne qualité.

La deuxième zone, très étroite, formée de sable dur, souvent rempli de débris de coraux, est parsemée de quelques têtes de roches qui la rendent assez dangereuse. Elle est surtout accessible aux petits engins et, par conséquent, aux petits chalutiers. Les poissons, surtout les pageaux, y sont nombreux et excellents.

La troisième zone est exclusivement formée par le golfe d'Alexandrette, que nous avons pu étudier d'une façon complète et dont nous présentons en même temps un projet de carte de pêche. Le centre de la baie, entre les fonds de 90 à 75^m, est encombré de débris végétaux et animaux, ainsi que d'éponges, non commerciales qui s'y rencontrent en quantités considérables. Ces fonds sont riches en merluchons, mais difficiles à travailler à cause de l'encombrement des chaluts produit par les débris de toutes sortes. De 75 à 50^m, les fonds deviennent de sable vaseux et renferment de nombreuses espèces de poissons. Mais la partie la plus intéressante de cette zone, au point de vue de la pêche, est la région côtière, de 50 à 10^m de profondeur; elle est formée de fonds de sable, rarement de sable vaseux, avec des herbiers situés dans le fond de la baie qui sont très intéressants pour la pêche, mais se trouvent dans les eaux turques.

Le caractère principal de cette zone est la quantité considérable d'*Epinephelus alexandrinus* C. Y. (sorte de Serran) et de tortues (*Thalassochelys caretia* L.) qu'on y rencontre. On trouve également une énorme crevette (*Pænus monodon* Fabre Bate) originaire de l'océan Indien qui peut mesurer jusqu'à 22^{cm} de long et peser jusqu'à plus de 80^g.

En face et au sud de la baie d'Ayas, on rencontre un banc apporté par le Djihour et formé de vase molle extrêmement gluante et particulièrement dangereuse pour les engins qui ne peuvent plus en sortir. Ce banc est, du reste, peu étendu vers le Sud et l'on retrouve ensuite la même zone de sable et de sable vaseux que dans le fond de la baie, avec les mêmes caractères ichthyologiques.

La quatrième zone chalutable est située dans le golfe de Tarse, et s'étend presque jusqu'à Chypre, présentant des fonds de sable, sable vaseux et vase qui se continuent en s'élargissant vers l'Ouest. C'est une zone extrêmement importante, contenant tous les poissons déjà mentionnés et, en particulier, les serrans, les pageaux, les merlus, etc., en même temps que des quantités considérables de tortues (de l'espèce citée précédemment) puisqu'il est possible d'en capturer jusqu'à 70 dans un même coup de chalut.

Nous signalons spécialement la capture que nous avons faite, dans le fond du golfe d'Alexandrette, par 45 à 50^{m}, d'un magnifique exemplaire d'une tortue considérée comme tortue d'eau douce, signalée dans le Nil et dans les eaux douces syriennes, le *Trionyx triunguis* Forsk., que nous avons ramenée vivante dans un coup de chalut, mélangée aux autres tortues.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Théorie ondulatoire et rayonnement noir.* Note de M. L. **Décombe**, présentée par M. Charles Fabry.

1. Une formule connue permet d'évaluer le nombre de vibrations propres d'une enceinte dont les fréquences sont comprises entre ν et $\nu + d\nu$. Tout le problème du rayonnement noir consiste à évaluer l'énergie $\mathcal{E}(\nu, T)$ attribuable, à T degrés, à chacune de ces fréquences.

Le rayonnement étant supposé de nature électromagnétique, $\mathcal{E}(\nu, T)$ se compose de deux parties égales : l'énergie électrique (E) assimilable à une énergie *potentielle* et l'énergie magnétique (M) assimilable à une énergie *cinétique*, de sorte que l'on a

$$2E = 2M = \mathcal{E}(\nu, T).$$

La quantité de chaleur qu'il faut fournir au système pour accroître de $d\nu$ sa fréquence et de dM son énergie cinétique est donnée par la formule de Boltzmann :

$$dQ = 2\nu d\left(\frac{M}{\nu}\right) = \nu d\left[\frac{\mathcal{E}(\nu, T)}{\nu}\right] \qquad (1)$$

et le second principe de la thermodynamique exige que l'on ait

$$(2) \qquad \frac{\mathcal{E}(\nu, \mathrm{T})}{\nu} = \mathrm{F}\left(\frac{\nu}{\mathrm{T}}\right).$$

Ceci posé, imaginons que la vibration électromagnétique considérée soit développable en série de Fourier. On aura, d'après une propriété connue :

$$(3) \qquad \mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 + \ldots,$$

$\mathcal{E}_1$, $\mathcal{E}_2$, $\mathcal{E}_3$, ... désignant les énergies individuelles des composantes sinusoïdales de fréquences ν, 2ν, 3ν, ..., ce qui conduit à mettre la relation (2) sous la forme

$$(4) \qquad \frac{\mathcal{E}(\nu, \mathrm{T})}{\nu} = \mathrm{F}\left(\frac{\nu}{\mathrm{T}}\right) = \mathrm{F}_1\left(\frac{\nu}{\mathrm{T}}\right) + \mathrm{F}_2\left(\frac{2\nu}{\mathrm{T}}\right) + \mathrm{F}_3\left(\frac{3\nu}{\mathrm{T}}\right) + \ldots,$$

les fonctions successives F_1, F_2, F_3, ... se rapportant aux vibrations composantes de Fourier. La série (4) doit être convergente.

Dans le cas particulier où les termes successifs $\mathcal{E}_1$, $\mathcal{E}_2$, $\mathcal{E}_3$ des développements (3) et (4) décroissent géométriquement, on a

$$(5) \qquad \mathcal{E}_p = h\nu e^{-\alpha\frac{p\nu}{\mathrm{T}}}$$

h et α désignant des constantes positives. Substituant dans (4) et posant $k = \frac{h}{\alpha}$, on obtient immédiatement la formule de Planck

$$(6) \qquad \mathcal{E}(\nu, \mathrm{T}) = \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{k\mathrm{T}}} - 1},$$

sans avoir eu à postuler aucune discontinuité pour l'énergie.

La vibration périodique ici envisagée est attribuable aux oscillations des électrons autour de leurs orbites normales, oscillations provoquées par l'agitation calorifique des atomes et réglées, quant à la fréquence, par les vibrations des tubes de force qui relient chaque électron orbital au centre positif attirant [1]. On voudra bien me permettre de revenir ultérieurement sur l'intéressante relation (5).

Aujourd'hui je remarquerai seulement que, dans les deux cas limites ($\nu \to 0$ et $\mathrm{T} \to \infty$), *l'énergie totale $\mathcal{E}(\nu, \mathrm{T})$ s'équipartage exactement entre les composantes de Fourier*, la valeur limite pour chacune d'elles étant égale à $h\nu$, *c'est-à-dire précisément à l'énergie trajectorielle de l'électron orbital.*

---

[1] *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 684 et 1251.

2. On me permettra de résumer l'ensemble des résultats que j'ai obtenus à ce jour touchant l'interprétation *ondulatoire* de la gravitation [1], de la production des rayons X et des séries spectrales [2], de la structure fine [3], de l'effet photo-électrique et du spectre de fluorescence des rayons X [4], de l'effet Compton [5], des orbites privilégiées de Bohr-Sommerfeld [6], du phénomène de Zeeman [7], de l'effet Stark [8] et enfin du rayonnement noir.

J'ai cherché à obtenir de ces divers phénomènes une interprétation purement ondulatoire ne faisant intervenir aucune des discontinuités dont fait usage la théorie dite *des quanta*.

A cet effet j'ai assimulé le proton et l'électron à des particules sphériques pulsantes *dont j'ai établi la propriété fondamentale d'avoir une fréquence pulsatoire proportionnelle à l'énergie électrostatique et, par conséquent, à la masse*. Cette fréquence est modifiée par le mouvement de la particule (libre ou engagée dans un champ de forces). J'ai mis d'autre part en évidence le rôle des tubes de force aboutissant à une particule électrisée pulsante [9]. Les vibrations de ces tubes (dont j'ai explicité la fréquence) et les pulsations de la particule à laquelle ils aboutissent se conditionnent mutuellement d'une façon très étroite et l'on peut exprimer les divers phénomènes ci-dessus rappelés en termes *pulsatoires* relatifs à la particule électrisée ou *vibratoires* relatifs aux tubes de force qui y aboutissent, sans avoir à postuler l'existence d'aucun quantum de rayonnement ni d'aucune discontinuité pour l'énergie.

MAGNÉTISME. — *Le diamagnétisme des ions halogènes.* Note [10] de M. G. **Foëx**, transmise par M. P. Weiss.

Le diamagnétisme des atomes neutres est dû surtout aux électrons superficiels [11].

---

(1) *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 1150.
(2) *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 1263.
(3) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 68.
(4) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1291.
(5) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1607
(6) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 823.
(7) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 865.
(8) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1094.
(9) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 684 et 1251.
(10) Séance du 17 février 1930.
(11) G. Foëx, *J. de Phys.*, 6e série, **10**, 1929, p. 436.

Mettant à profit cette propriété on peut calculer une valeur approchée du diamagnétisme des *ions* halogènes.

L'atome neutre contient 7 électrons de valence; l'ion en possède un huitième qui forme avec les précédents une couche extérieure complète analogue à celle des gaz rares.

Si le rayon des trajectoires existantes n'est pas modifié par l'arrivée du huitième électron et si ce dernier tourne sur une orbite de mêmes dimensions que les précédentes le diamagnétisme de l'ion doit être les $\frac{8}{7}$ de celui de l'atome neutre.

Il est assez remarquable que ces hypothèses simplistes conduisent à de bonnes vérifications numériques.

Les coefficients d'aimantation des ions halogènes, qui dans le tableau ci-dessous servent de termes de comparaison, ont été calculés avec beaucoup de sûreté par P. Weiss (1) à partir des mesures très précises de Hocart (2).

Les diamagnétismes des atomes neutres qui m'ont servi à calculer ceux des ions ont été mesurés par Pascal (3) sur les halogènes libres à l'état liquide ou solide. Les coefficients d'aimantation atomiques χ_a ont été obtenus en multipliant les coefficients spécifiques de Pascal par les masses atomiques. Cela suppose que *le diamagnétisme n'est pas altéré par la liaison homéopolaire entre les atomes contenus dans une molécule* de Cl, Br ou I ou du moins que l'altération qu'elle produit est bien inférieure à celle de l'ionisation.

Cette supposition s'accorde mal avec les théories déjà un peu anciennes de la combinaison, qui, faisant appel à des orbites englobant deux noyaux, auraient conduit à des variations importantes du diamagnétisme par la liaison chimique.

Ion.	$-\chi_{ion}.10^6$ (Weiss).	$-\frac{8}{7}\chi_a.10^6$.
Cl	23,1±0,6	23,0
Br^-...............	33,9±1,2	34,9
I^-...............	49,5±1,7	51,0

Pour les trois ions la différence entre les nombres trouvés par les deux procédés de calcul reste inférieure à la limite d'incertitude fixée

(1) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 95.
(2) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1151.
(3) *Ann. Chim. et Phys.*, 8e série, **19**, 1910, p. 5.

par P. Weiss. A cette incertitude due au calcul il faut ajouter celle qui résulte des erreurs de mesure dans l'évaluation de χ_{ii}.

Pour Br^- et I^- l'excès des nombres de la troisième colonne sur ceux de la deuxième est peut-être dû à ce que la part des électrons internes dans le diamagnétisme n'est pas tout à fait négligeable.

Les hypothèses qui ont servi de points de départ sont soulignées dans le texte; leur accord avec les faits est assez satisfaisant pour qu'elles méritent d'être prises en considération.

En dehors des halogènes il est exceptionnel que l'on possède, pour un même élément, des données numériques précises sur le diamagnétisme de l'atome et sur celui de l'ion.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité de divers métaux provenant de toitures anciennes.* Note de M. **Augustin Boutaric** et Mlle **Madeleine Roy**, présentée par M. C. Matignon.

1. M[lle] Maracineanu a signalé antérieurement la radioactivité présentée par des feuilles de plomb anciennes et notamment par celles d'une partie de la toiture de l'Observatoire de Paris [1].

M[lle] Maracineanu ayant bien voulu nous confier un échantillon du plomb sur lequel elle a opéré, et ayant réussi nous-mêmes à nous procurer des feuilles de divers métaux provenant de toitures anciennes, nous avons étudié la radioactivité de ces divers métaux.

Nous avons utilisé un électromètre de Szilard de grande sensibilité (dont la chambre d'ionisation comprend un large fond de 15^{cm} de diamètre), installé à demeure au laboratoire de manière à éviter toute variation dans sa sensibilité. Lorsque l'appareil est muni de son fond d'aluminium, il n'éprouve qu'une décharge très lente (courant de fuite) due à l'ionisation spontanée de l'air et aux imperfections inévitables de l'isolement.

Ayant remplacé le fond d'aluminium par des feuilles de plomb, de zinc ou de cuivre provenant de toitures anciennes et disposées de manière que la face située à l'intérieur de la chambre d'ionisation fût la face externe de la toiture, nous avons constaté, dans tous les cas où nous étions sûrs de la provenance de nos feuilles, une vitesse de décharge nettement plus rapide

[1] M[lle] St. Maracineanu, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 774; **183**, 1926, p. 345; **184**, 1927, p. 1322; **185**, 1927, p. 122; **186**, 1928, p. 746.

qu'avec le fond d'aluminium. Lorsqu'au contraire la feuille de métal était disposée de manière que la face située à l'intérieur de la chambre d'ionisation fût la face interne de la toiture, la vitesse de décharge ne différait pas sensiblement de celle produite par le fond d'aluminium.

Voici la provenance de quelques-unes des lames de métal qui nous ont donné des résultats positifs :

N° 1 : Plomb de l'Observatoire de Paris (transmis par Mlle Maracineanu).
N° 2 : Plomb de l'École normale des jeunes filles de Dijon (50 ans).
N° 3 : Plomb d'un immeuble de Dijon (35 ans).
N° 4 : Plomb du Château de Versailles. Galeries des Batailles (95 ans).
N° 5 : Zinc d'un immeuble de Dijon (20 ans).
N° 6 : Zinc provenant du château de Mme Shillito Dina aux Avenières à l'altitude de 1050^{m} (20 ans).
N° 7 : Cuivre provenant de l'Observatoire Vallot au Mont Blanc (35 ans).

Le tableau suivant donne pour ces diverses lames la vitesse de décharge de l'électromètre évaluée par le nombre de divisions dont se déplace l'aiguille en dix minutes pour le fond d'aluminium; cette vitesse varie suivant l'humidité de la salle entre 0,5 et 0,9.

Numéro de l'échantillon.	Face exposée.	Face non exposée.
1 (10 avril 1929)	7	1,2
1 (28 janvier 1930)	7	1
2 (11 avril 1929)	3,5	0,8
2 (15 octobre 1929)	4,25	1
3	3	0,7
4	3,25	1,5
5	3,75	0,3
6 (10 octobre 1929)	7	0,8
6 (15 février 1930)	7,2	1
7	2,75	1

2. Trois hypothèses pourraient être invoquées pour interpréter les faits précédents : 1° une désintégration des métaux sous l'influence d'un rayonnement venu du soleil ou de l'espace; 2° la présence d'impuretés radioactives dans le métal; 3° la fixation de produits radioactifs contenus dans l'atmosphère.

Le fait que le zinc et le cuivre longuement exposés à l'air libre peuvent devenir radioactifs aussi bien que le plomb ne nous paraît pas en faveur de la première hypothèse, émise par Mlle Maracineanu. Nous n'avons d'ail-

leurs constaté aucune variation de l'activité des métaux après une exposition de plusieurs heures à l'action des rayons solaires.

L'absence de toute radioactivité appréciable sur la face de la lame non exposée à l'air libre conduit à rejeter l'hypothèse que la radioactivité observée proviendrait d'une impureté radioactive présente dans le métal; il suffit d'ailleurs de racler légèrement le métal pour lui faire perdre sa radioactivité qui se retrouve alors dans les raclures. La radioactivité constatée sur le zinc du Château des Avenières et sur le cuivre de l'Observatoire Vallot, dans des régions où l'atmosphère est particulièrement pure, ne semble pas pouvoir être attribuée à une contamination par les fumées.

Il nous paraît plus vraisemblable d'admettre que les métaux peuvent fixer par adsorption les émanations radioactives contenues dans l'atmosphère et dans l'eau de pluie. Le fait signalé par Mlle Maracineanu que la pierre voisine de la toiture en plomb de l'Observatoire de Paris n'est pas radioactive ne nous paraît pas en opposition avec cette hypothèse, soit que les émanations radioactives aient diffusé profondément dans la pierre, soit que, fixés à la surface, les dépôts actifs aient été entraînés par la désagrégation lente mais continue de la pierre sous l'influence des eaux pluviales.

Nous poursuivons ces recherches.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la loi de combustion des poudres colloïdales.* Note de MM. **H. Muraour** et **G. Aunis**, présentée par M. G. Urbain.

Les expériences classiques de M. Vieille exécutées il y a une quarantaine d'années ont démontré l'influence considérable de la pression sur la vitesse de combustion des poudres colloïdales. Depuis ce travail fondamental, la loi de combustion a été en général formulée sous la forme $V = KP^n$; n variant de 0,66 à 1 suivant les expérimentateurs.

L'examen des tracés obtenus dans une bombe Krupp nous a conduit à formuler la loi de combustion sous la forme $V = a + bP$, le terme a devenant négligeable à haute pression (*Bull. Soc. chimique*, 4e série, 41, 1927, p. 1451), en particulier avec une poudre du type sans dissolvant (taux d'azote nitrique 12,75 pour 100), les tracés conduisaient à la formule :

$$V \text{ (diminution d'épaisseur des tubes en millimètres par seconde)} = 12{,}0 + 0{,}1070\,P.$$

On voit que pour les faibles pressions le terme a n'est plus négligeable vis-à-vis du terme b; il lui devient même équivalent pour une pression voisine de 110^kg par centimètre carré, ce qui signifie qu'à cette pression la

vivacité de combustion (vitesse de combustion ramenée à la pression 1) est environ le double de celle que l'on calculerait à partir de la vitesse à haute pression et en admettant la simple proportionnalité à la pression. Le début d'une combustion pouvant être perturbé par des causes secondaires, le mode opératoire qui consiste à déduire d'un tracé, obtenu sous forte pression, la loi qui régit la combustion au début de l'inflammation, dans la région où les pressions sont encore faibles, peut prêter à la critique. Aussi dans de nouvelles expériences avons-nous étudié la variation de l'aire de la courbe pression-temps $\left(\int p\,dt\right)$ en fonction de la pression maximum. La formule $V = a + bP$ implique que cette aire doit diminuer considérablement aux faibles densités de chargement, l'absence du terme a impliquerait au contraire la constance de l'aire à toute densité de chargement. Les expériences ont été exécutées dans une bombe de 150^{cm^3} avec une poudre du type sans dissolvant (13 pour 100 d'azote nitrique), on a opéré avec des pistons de surface variable, soit avec des crushers de 13/8 (table piston libre Burlot), soit avec des crushers de 4,90 (la table de tarage de ces derniers crushers a été dressée par comparaison avec les crushers de 13/8). A partir des résultats expérimentaux, on a calculé la constante K_1 en divisant la pression maximum corrigée [1] par le coefficient angulaire de la droite tracée en prenant pour abscisse $\int p\,dt$ et pour ordonnée les pressions (K_1 est égal au $\int p\,dt$ de la poudre, calculée en faisant abstraction des perturbations qui existent à l'origine et à la fin du tracé).

Le graphique annexé montre que la vivacité de combustion (inverse de K_1) est *une fonction linéaire de l'inverse de la pression maximum*, cette vivacité croît lorsque la pression décroît et, pour la poudre examinée, elle est, vers 70^{kg} de pression maximum, environ le double de celle qu'on observe sous 2000^{kg}. Pendant la combustion tout se passe donc comme si l'énergie qu'il faut apporter à la poudre pour la décomposer avait une double origine :

1° Énergie apportée par les chocs moléculaires de la masse gazeuse, proportionnelle à la pression;

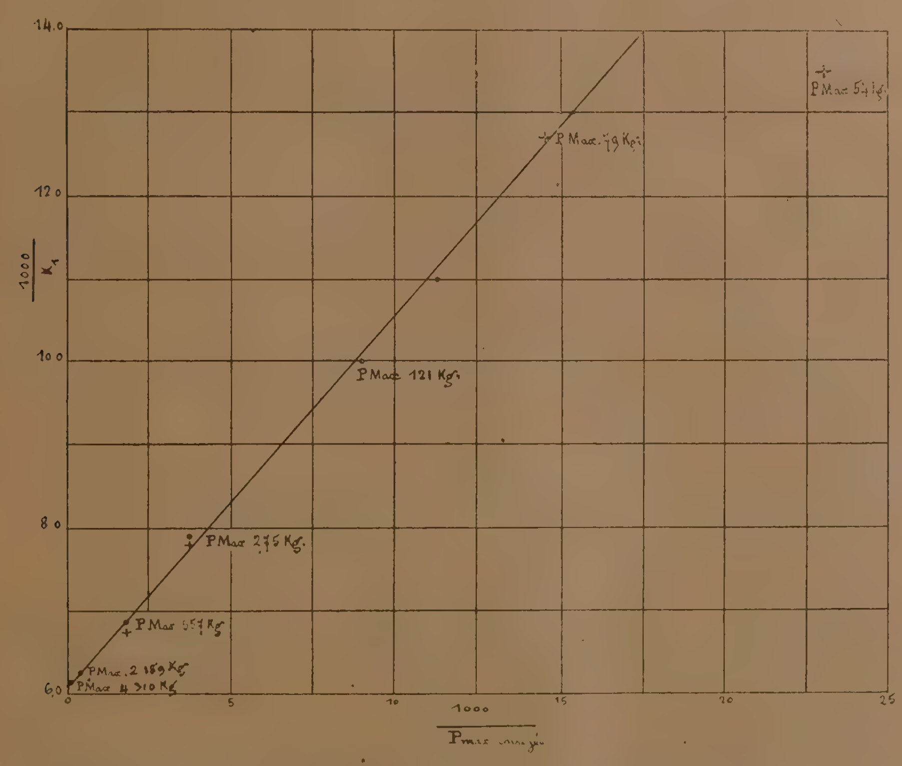
2° Énergie complémentaire, proportionnelle au temps et indépendante de la pression.

On remarquera que le point qui correspond à $P\ max = 54^{kg}$ ne se place

---

(1) La pression maximum corrigée est égale à la pression maximum diminuée de la pression de l'amorce.

plus sur la droite, il est probable qu'à cette basse pression la réaction devient très incomplète dans la couche de passage, dont la température règle seule la vitesse de combustion (voir *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 374).



On notera que le fait que le crusher est écrasé plus lentement dans les expériences exécutées à basse pression ne peut expliquer la diminution de $\int p\,dt$ observée. l'écrasement plus lent devrait en effet tendre à relever les pressions, c'est-à-dire à augmenter $\int p\,dt$.

D'autre part nous avons vérifié, en exécutant des expériences avec lames de refroidissement, que l'influence du refroidissement par les parois, particulièrement accentué aux basses pressions, ne pouvait être cause du phénomène observé.

Enfin les pertes de pression par frottement du piston contre la paroi ne paraissent jouer qu'un rôle négligeable, car l'emploi de pistons de diamètre

variable ne modifie pas, pour une même densité de chargement, la valeur de $\int p\,dt$.

M. Domart nous a apporté son aide dans l'exécution de ces expériences.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude des solutions de matières colorantes par la pectographie.* Note de M. **P. Bary**, présentée par M. G. Urbain.

Lorsque les solutions de matières colorantes sont soumises à une évaporation lente, elles laissent sur une lamelle de verre trempant presque verticalement dans le liquide des figures de dessiccation très différentes les unes des autres suivant le choix des colorants et du dissolvant employés, la concentration de la solution et la vitesse d'évaporation. La matière déposée mais encore humectée, subit des modifications qui la transforment d'amorphe en cristallisée, d'autant plus complètement qu'elle est plus longtemps humide.

Les pectographies obtenues dérivent des trois formes suivantes :

A. Dépôt cristallin (solution cristalloïdale).
B. Dépôt par teintes continues (solution de colloïde lyophile).
C. Dépôt par points très petits (solution de colloïde lyophobe).

Plusieurs de ces formes peuvent se montrer à la fois sur la même pectographie, soit par suite de l'hétérogénéité de la solution, soit par transformation du dépôt avant la dessiccation complète.

Le tableau ci-après résume les observations faites sur les solutions aqueuses de diverses concentrations, les solutions alcooliques et acétoniques.

Dans ce tableau, nous avons porté dans les colonnes correspondantes de chaque genre de solutions les lettres A, B ou C de la classification précédente, dans le but d'indiquer la nature du dépôt. On remarquera que, dans la majorité des cas, le dépôt est un mélange de deux formes : cristaux-gelée, ou cristaux-grains. Lorsque les deux formes sont séparées par une flèche →, c'est qu'il a été possible d'observer que la transformation de l'une à l'autre s'est produite pendant la dessiccation du dépôt, dans le sens indiqué par la flèche.

Colorants.	Solutions dans Eau conc. : 0,2 à 0,1 %.	Eau conc. : 0,03 à 0,02 %.	Alcool.	Acétone.
Rouge Congo	C	C	A	–
Bleu de méthylène	A	B + A	A	
Dérivés du triphénylméthane. Parafuchsine	C → A	B → A	A + B	B → A
Fuchsine AB	C + A	B → A	B	B + C
Violet méthyle 300 XE.	B	B	–	–
Violet cristallisé	B → A	A + B	A + B	B → A
Écarlate d'induline	B → A	A	C → A	C → B → A
Safranines. Safranine T	A	A	A	C + B
Violet de méthylène	–	B + A	C → A	B → A
Safranine MN	B → A	B → A	A	C
Acide picrique	B → A	–	B + A	A

Pour les solutions aqueuses, chaque colorant a été employé sous quatre concentrations : 0,2 ; 0,1 ; 0,05 et 0,025 pour 100. Certains d'entre eux, la fuchsine AB et la parafuchsine, fournissent des dépôts de moins en moins cristallisés avec la dilution et peuvent donner des plages uniformes sans cristallisation aucune (exemple : la parafuchsine). Dans les concentrations intermédiaires, on observe ces mêmes plages plus ou moins étendues et mêlées de cristaux. Dans d'autres cas, comme pour le violet cristallisé, ce sont les solutions concentrées qui donnent les pectographies amorphes et les solutions diluées, les cristallisations les plus abondantes.

Si l'on compare les résultats obtenus entre différents colorants dérivés du triphénylméthane, on constate que la tendance à former un dépôt vitreux, ou une gelée, s'accentue avec l'augmentation du poids moléculaire du colorant et avec la dilution de la solution.

Dans la série de la safranine, on observe également la même tendance vis-à-vis du poids moléculaire, mais un effet inverse en fonction de la dilution.

Étant données les différences observées parfois entre les solutions des matières colorantes dans l'eau et dans l'alcool, il nous a paru utile de faire les mêmes essais sur des solutions alcooliques et acétoniques de certains d'entre eux.

Une centaine de pectographies ont été faites sur les solutions de colorants, et leur discussion détaillée, ainsi que certaines reproductions micrographiques paraîtront dans un autre Recueil.

En résumé, des observations ci-dessus sur les matières colorantes essayées,

on peut conclure que les pectographies sont en accord avec les nombreuses études déjà faites sur ces matières (dialyse, ultramicroscopie, viscosimétrie, etc.) pour montrer les formes diverses que prennent ces matières en solution, suivant leur constitution, leur concentration et le liquide employé comme dissolvant. Elles montrent, en outre, l'existence, pour certains colorants, d'une forme de solution qui n'est pas la solution vraie (moléculaire), ni la dispersion de la matière à l'état de granules, mais celle que donnent les colloïdes lyophiles capables de fournir des gelées. Ces gelées sont assez instables et cristallisent si leur dessiccation n'est pas obtenue assez rapidement.

Ces résultats, ainsi que ceux déjà décrits par nous (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 625; 189, 1929, p. 294), confirment l'existence, pour différentes solutions colloïdales, des deux formes possibles de dispersion correspondant à ce qu'on nomme couramment solution et suspension colloïdales.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Nouveau mode de gazéification des huiles lourdes.* Note de M. **Chilowsky**, présentée par M. Jean Perrin.

Les essais de gazéification d'huiles lourdes (cracking) par combustion partielle de ces huiles avec de l'air se sont heurtés jusqu'ici à une production abondante de charbon et de goudron qui en rendaient l'emploi pratiquement impossible, en particulier pour les moteurs à combustion interne.

J'ai reconnu que ces inconvénients sont dus à ce que la succession des réactions commence par une combustion complète beaucoup trop importante, ce qui détermine d'une part une dislocation trop profonde des premières molécules attaquées, et d'autre part ne soumet la plus grande partie de l'huile lourde qu'à une action thermique dont l'énergie est insuffisante.

J'ai donc cherché à modifier la réaction qui se produit dans la chambre de combustion et j'ai réussi à lui donner une allure toute différente dans laquelle la production de charbon a disparu, en même temps que la production de goudron est réduite à un taux insignifiant (inférieur à 1 pour 100).

J'ai obtenu ce résultat par un ensemble de moyens dont les trois principaux ont été : 1° l'insufflation d'un mélange intime de l'huile finement pulvérisée avec l'air; 2° le chauffage préalable de l'air à une température supérieure à la température d'inflammation spontanée de l'huile (les meilleurs résultats ont été obtenus en chauffant l'air de 500 à 700°); 3° un agencement de la chambre de combustion et de l'écoulement des gaz qui maintient les parois à une température élevée (environ 1000°).

Il me semble que les nouvelles réactions mises en œuvre par ces moyens peuvent être représentées schématiquement par les hypothèses suivantes :

1° Une combustion complète de la faible partie de vapeur d'huile dégagée par contact de celle-ci avec de l'air chaud jouant le rôle d'une amorce juste suffisante pour fournir l'énergie nécessaire à une peroxydation intense des gouttelettes d'huile. Cette peroxydation (endothermique) est très favorisée par la présence de l'air chaud;

2° Une destruction de la phase liquide sous l'action de la peroxydation, par explosion de gouttelettes peroxydées accompagnée d'une première dislocation des molécules d'huile lourde en molécules plus légères;

3° Une oxydation de ces molécules légères, qui a lieu dans un temps de l'ordre de $\frac{8}{100}$ de seconde. Cette oxydation n'est pas une combustion proprement dite, car elle ne comporte ni apparition de flamme visible, ni dégagement même temporaire de particules de charbon. Mais on peut admettre que l'oxygène agit par attaque de chacune des molécules telles qu'elles sortent, semi-brisées, de la phase précédente pour achever leur rupture, contrairement au processus qui consisterait en une combustion complète de certaines molécules dont la chaleur agirait sur les autres molécules pour les briser. Si l'on considère l'huile même à l'état de molécules semi-brisées, avec une proportion d'huile 5 à 6 fois supérieure à celle correspondant à la combustion complète, le nombre d'atomes d'oxygène est bien supérieur au nombre des molécules d'huile. On conçoit, de plus, qu'en cas de cette attaque directe, l'activité de dislocation de l'oxygène peut être beaucoup plus grande que le serait l'attaque thermique par la chaleur dégagée, l'énergie chimique n'étant pas dans le premier cas dispersée sous forme de chaleur dans toute la masse du mélange, mais restant, au contraire, localisée dans les molécules participant directement à la réaction.

Nous avons obtenu avec l'huile végétale la même dislocation des molécules et la transformation complète en gaz. Elle se produit même plus facilement et d'une façon plus complète. La présence d'oxygène dans les molécules d'huile végétale semble faciliter leur dislocation.

Le tableau ci-dessous donne la composition pour 100 des gaz obtenus avec l'huile minérale et l'huile végétale :

	CO.	CH^4.	C^2H^4.	C^2H^2.	H^2.	O^2.	N^2.	CO^2.
Gasoil	13,8	9,1	4,4	-	8,6	0	59,3	4,8
Huile d'arachide ..	17,95	7,3	5,6	-	4,8	0,75	57,8	5,9

Grâce à ce cracking particulier de l'huile lourde, il devient possible

d'utiliser cette huile pour l'alimentation des moteurs, ce qui a été en effet réalisé en collaboration avec M. Huard dans le cas difficile de l'équipement d'un camion.

Dans le tableau ci-dessus on remarquera la proportion élevée en oxyde de carbone et en méthane, connus pour la lenteur de leur combustion et pour leurs températures d'inflammation élevées, ce qui évite les auto-allumages. Cette propriété heureuse m'a permis d'élever le rapport de compression jusqu'à 8 sans aucun inconvénient. Il est probable que ce rapport pourra encore être augmenté.

Le rendement thermique s'est montré élevé : non seulement on récupère la dépense supplémentaire du combustible nécessaire pour obtenir les températures élevées de gazéification ; mais on assure le maintien intégral de la puissance avec une consommation d'huile lourde égale, sinon inférieure à celle de l'essence malgré le pouvoir calorifique supérieur de cette dernière. En outre, l'alimentation du moteur en combustible gazeux a donné une amélioration sensible de marche surtout en bas régime où l'utilisation de combustible liquide est toujours défectueuse.

Il est à noter que ces résultats ont été obtenus avec du gasoil distillant entre 230° et 370°.

L'application de ce nouveau procédé donnerait donc une économie de dépenses voisine de 75 pour 100. L'utilisation d'huiles végétales aux colonies paraît également présenter de l'intérêt. Enfin les deux combustibles : gasoil et huile végétale, sont ininflammables, caractères précieux pour les moteurs d'avion et la navigation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Configuration des molécules dans l'espace. Absorption dans l'ultraviolet des acides alcoylmaloniques.* Note (1) de Mme **Ramart-Lucas**, et M. **F. Salmon-Legagneur**, présentée par M. G. Urbain.

L'étude de l'absorption d'éthers diarylmaléiques et fumariques dans l'ultraviolet, faite par l'un de nous avec M. Hoch (2), a montré que, contrairement à ce qui semblait admis jusqu'ici, la courbe d'absorption du dérivé trans n'est pas toujours située plus près du visible que celle du dérivé cis.

Nous avons alors pensé que : pour toute molécule possédant deux fonc-

---

(1) Séance du 17 février 1930.

(2) Mme Ramart-Lucas et J. Hoch, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 696.

tions ayant une action mutuelle, la courbe d'absorption ne se déplacera pas toujours dans un même sens à mesure que les deux fonctions s'éloignent sur la chaîne carbonée, mais que ce déplacement devra varier avec la position respective dans l'espace de ces deux fonctions, lesquelles, prenant le rapprochement minimum compatible avec la rigidité des valences, peuvent devenir très voisines alors que le nombre d'atomes de carbone qui les séparent devient plus grand. Ceci est bien en accord avec le fait que certaines réactions intramoléculaires (formation de composés cycliques : lactones lactames, etc.) se font plus facilement que les réactions correspondantes entre molécules voisines.

L'étude de l'absorption de diacides [1] nous a permis de constater que, dans cette série, l'hypothèse précédemment émise est bien vérifiée.

D'autre part, dans l'acide malonique la rigidité des valences impose des distances fixes pour les trois atomes de carbone; mais ceux-ci peuvent tourner autour de leur axe et de ce fait les distances respectives des atomes ou des groupes d'atomes constituant la molécule varieront et l'acide malonique aurait plusieurs configurations possibles dont les formules planes ci-dessous donnent idée :

```
   O                    HO                   HO
    \                     \                    \
     C—OH                  C=O                  C=O
    /                     /                    /
H\                   H\                   H\
  >C                   >C                   >C
H/                   H/                   H/
    \                     \                    \
     C—OH                  C—OH                 C=O
    //                    /                    /
   O                     O                   HO
```

En remplaçant les atomes d'hydrogène du groupe méthénique *qui ont un caractère acide* par des radicaux alcoylés, on pouvait espérer provoquer de semblables transformations de structure lesquelles pourraient être décelées par l'étude de l'absorption dans l'ultraviolet.

C'est effectivement ce que nous avons constaté : *si dans l'acide malonique on remplace un atome d'*H *du groupe* CH^2 *par un radical alcoylé (méthyle, éthyle, propyle, isobutyle, butyle, heptyle) la courbe d'absorption, pour les faibles coefficients d'absorption, est fortement reculée vers le visible.*

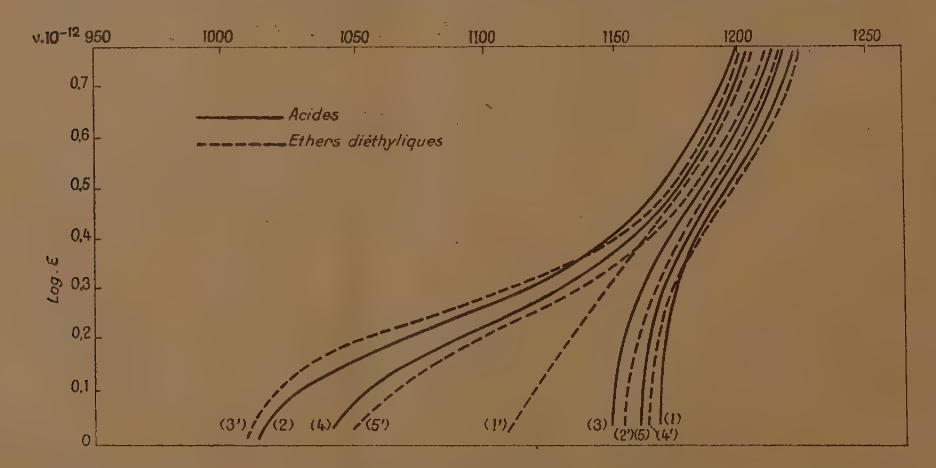
---

(1) Mme Ramart-Lucas et F. Salmon-Legagneur, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 915. Nous devons signaler qu'après des mesures effectuées sur des substances purifiées à nouveau les courbes d'absorption des acides glutarique, azélaïque et sébacique doivent être déplacées vers l'ultraviolet.

Si l'on remplace les deux H *par deux radicaux* (ici identiques) *les courbes se déplacent vers l'ultraviolet par rapport aux dérivés monoalcoylés.* On ne peut attribuer ce déplacement au degré de substitution puisqu'il n'a pas lieu dans un même sens quand on passe de l'acide malonique aux dérivés mono puis disubstitués.

Les courbes d'absorption des éthers diéthyliques des acides précédents se déplacent vers le visible quand on passe de l'éther monoalcoylé à l'éther dyalcoylé. C'est donc l'inverse de ce qui se passe avec les acides. Il s'ensuit qu'il existe une différence parfois très grande entre la position de la courbe d'absorption d'un acide et celle de son éther. Or, à notre connaissance, on n'a jamais observé que de petites différences dans la position des courbes d'absorption des monoacides gras et de leurs éthers (1). On peut dès lors admettre que la structure des diéthers et celle des diacides diffèrent dans la série malonique.

Nous donnons comme exemple les courbes d'absorption de l'acide malonique, des acides mono et dipropylmaloniques, des acides mono et diisobu-



tylmaloniques et celles des éthers diéthyliques correspondants. Toutes ces mesures ont été faites avec des solutions alcooliques (alcool à 95°) à la concentration de N/10.

En résumé, l'étude de l'absorption dans l'ultraviolet des acides de la série

(1) V. Henri, *Études de photochimie*, 1919, p. 94.

malonique conduit à attribuer une structure différente dans l'espace pour les acides monosubstitués et pour les acides disubstitués.

On doit également admettre qme les acides et leurs éthers ont une configuration spatiale différente.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des hydracides sur l'épihydrine-phtalimide.* Note de MM. **M. Weizmann** et **S. Malkowa**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

En vue d'obtenir des glycérides mixtes ou parfaitement éthérifiés nous avions été amenés, en collaboration avec M. Haskelberg, à préparer divers dérivés amino-halogénés de la glycérine en partant de l'allylphtalimide [1]. Cette méthode étant assez pénible nous avons élaboré un procédé de préparations qui utilise comme matière première l'épibromhydrine de la glycérine qui se condense facilement avec la phtalimide potassique en donnant l'épihydrine phtalimide. Petits cristaux blancs (F. = 93°-94°).

Quand nous avons essayé d'ouvrir le cycle oxydique par action des hydracides nous avons constaté qu'il se produisait non point une hydrolyse mais une fixation d'hydracide d'après le schéma suivant :

$$\underset{\diagdown O \diagup}{CH^2 - CH} - CH^2 - N\langle{}^{CO-}_{CO-}\rangle C_6H_4 + HX \rightarrow CH^2X - CHOH - CH^2N\langle{}^{CO-}_{CO-}\rangle C_6H_4$$

La réaction aboutit toujours au même produit qu'on emploie l'hydracide à l'état gazeux et anhydre ou en solution aqueuse même quand on abaisse la concentration à 1 pour 100 dans le cas des acides bromhydrique et chlorhydrique. La seule différence constatée est que dans le cas des acides gazeux ou concentrés la réaction se déclenche spontanément avec un violent échauffement qu'il est indispensable de modérer, tandis qu'un chauffage prolongé est nécessaire dans le cas des acides dilués.

Nous avons obtenu par cette voie :

1° Chloro-1-oxy-2-propylphtalimide, cristaux blancs : F. = 96°-97° (ligroïne);

2° Bromo-1-oxy-2-propylphtalimide, cristaux blancs : F. = 112° (ligroïne);

[1] Weizmann, Haskelberg et Malkowa. *Zeitschrift für physiologische Chemie*, 184, 1929, p. 241.

3° Iodo-1-oxy-2-propylphtalimide, cristaux jaunes clairs : F. = 124° (alcool) ([1]).

La saponification des chloro et bromo-glycérine-phtalimide s'effectue facilement par chauffage avec l'hydracide correspondant, filtration de l'acide phtalique, concentration et recristallisation. Nous avons ainsi préparé :

1° Bromhydrate de l'amino-3-oxyl-2-bromo-1-propane. Cristaux prismatiques (F. = 113-113°,5).

2° Chlorhydrate du chloro-1-oxyl-2-amino-3-propane. Cristaux prismatiques (F. = 101-102°).

Dans le cas de l'iodo-1-oxy-2-propylphtalimide l'ébullition avec les acides bromhydrique ou chlorhydrique produit une décomposition et l'iode sublime.

Pour fixer avec certitude les positions respectives des divers substituants nous avons traité les amino-halogéno-glycérines par la benzaldéhyde en présence de carbonate de soude et d'un peu d'eau. Nous avons ainsi obtenu les phenyl-2-chloro-méthyl 5-oxazolidine et phényl-2-bromo-méthyl-5-oxazolidine, qui sont identiques aux substances décrites pour Bergmann, Radt et Brandt ([2]), ce qui démontre que l'halogène a été introduit en position 1 lors de l'ouverture du cycle oxyde d'éthylène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de quelques arylcétones α trisubstituées.* Note de Mme **Bruzau**, présentée par M. M. Delépine.

Au cours des recherches que nous poursuivons sur les transpositions moléculaires qui accompagnent la déshydratation des alcools secondaires de formule générale

$$C^6H^5 - \overset{\displaystyle CH^3}{\underset{\displaystyle CH^3}{C}} - \underset{\displaystyle OH}{CH} - Ar.$$

([1]) Ce corps a été déjà préparé par Gabriel et Ohle, *Ber. d. Chem. Ges.*, 50, 1917, p. 820.

([2]) *Ber. D. ch. Ges.*, 54, 1921, p. 1645.

nous avons été conduit à préparer les cétones

$$C^6H^5-\underset{CH^3}{\overset{CH^3}{C}}-CO-Ar$$

$$(Ar = C^6H^5, \quad C^6H^4.CH^3, \quad C^6H^4.OCH^3)$$

qui, par réduction, donnent les alcools cherchés.

Or Mme Ramart-Lucas et M. F. Salmon-Legagneur (¹) ont montré qu'en faisant réagir un bromure d'arylmagnésium sur des nitriles trisubstitués on obtenait des cétones trisubstituées. Il se forme intermédiairement la cétimine dont les auteurs ont pu, dans la plupart des cas, isoler un sel; celui-ci, hydrolysé, fournit la cétone. Le rendement par rapport au nitrile est d'autant plus élevé que le poids moléculaire du nitrile est plus faible. On observe les transformations suivantes :

$$\begin{matrix}Ar\\R'\\R\end{matrix}\!\!>C-CN + Ar'MgX \rightarrow \begin{matrix}Ar\\R\\R'\end{matrix}\!\!>C-\underset{NH}{\overset{\|}{C}}-Ar' \rightarrow \begin{matrix}Ar\\R\\R''\end{matrix}\!\!>C-CO-Ar'$$

RR′ étant des radicaux alcoylés, Ar Ar′ des radicaux arylés.

Pour préparer les cétones dont nous avions besoin nous avons donc fait réagir sur le diméthylphénylacétonitrile les bromures de phényl, de *p*-tolyl et de *p*-anisylmagnésium. En milieu toluénique, le rendement en cétone par rapport au nitrile qui n'est que de 27 pour 100 avec le bromure de phénylmagnésium atteint 50 pour 100 avec le bromure de *p*-tolylmagnésium et 57 pour 100 avec celui de *p*-anisylmagnésium. En milieu xylénique les trois rendements ont à peu près la même valeur variant de 60 à 70 pour 100. Le nitrile doit être très pur : la présence de petites quantités de dérivé monométhylé empêche la cétone de cristalliser et le rendement avec le bromure de phénylmagnésium en milieu toluénique tombe de 27 pour 100 à 8 pour 100.

Le mode opératoire est celui qu'ont indiqué les auteurs précités.

Les bromhydrates de cétimine sont assez stables; toutefois, même à froid, ils s'hydrolysent peu à peu au contact des solutions acides. Traités par une solution hydro-alcoolique de chlorhydrate d'hydroxylamine et d'acétate de

(¹) Mme Ramart-Lucas et F. Salmon-Legagneur, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 43, 1928, p. 321. — Mme Ramart-Lucas et Anagnastopoulos, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 43, 1928, p. 1345.

sodium, ils donnent immédiatement l'oxime de la cétone. Si on les chauffe quelques heures avec une solution hydro-alcoolique de chlorhydrate de semi-carbazide et d'acétate de sodium on forme la semi-carbazone.

Nous avons obtenu les produits suivants qui, à notre connaissance, n'avaient jamais été préparés :

Diphényl-1.2-méthyl-2-propanone-1 (¹) :

$$C^6H^5 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{\overset{\overset{CH^3}{|}}{C}} - CO - C^6H^5 \qquad (\text{P. F.} = 46^\circ\text{-}47^\circ).$$

Le bromhydrate de cétimine correspondant fond à 240°-241°.

Diphényl-1.2-méthyl-2-propanone-1-oxime (P. F. = 192°-193°) ; on peut obtenir cette oxime directement à partir de la cétone, mais la réaction est plus lente que lorsqu'on utilise le bromhydrate de cétimine.

Diphényl-1.2-méthyl-2-propanone-1-semi-carbazone (P. F. = 177°-178°), se prépare à l'aide du bromhydrate de cétimine ou directement à partir de la cétone ; dans ce cas, il faut chauffer plus longtemps et les rendements sont moins bons.

P-tolyl-1-phényl-2-méthyl-2-propanone-1 :

$$C^6H^5 - \underset{\underset{CH^3}{\diagdown}}{\overset{\overset{CH^3}{\diagup}}{C}} - CO - C^6H^4 - CH^3 \qquad (\text{P. F.} = 60^\circ\text{-}61^\circ).$$

Le bromhydrate de cétimine correspondant fond à 246°-247°.

P-tolyl-1-phényl-2-méthyl-2-propanone-1-oxime (P. F. = 205°-206°), s'obtient comme l'oxime précédente.

P-totyl-1-phényl-2-méthyl-2-propanone-1-semi-carbazone (P. F. = 223°-224°), se prépare de la même façon que son homologue inférieur.

P-anisyl-1-phényl-2-méthyl-2-propanone-1 :

$$C^6H^5 - \underset{\underset{CH^3}{\diagdown}}{\overset{\overset{CH^3}{\diagup}}{C}} - CO - C^6H^4 - O - CH^3 \qquad (\text{P. F.} = 100^\circ\text{-}101^\circ).$$

Le bromhydrate de cétimine correspondant fond à 205°-206°.

P-anisyl-1-phényl-2-méthyl-2-propanone-1-oxime (P. F. = 193°-194°), s'obtient à

(¹) Cette cétone s'obtient aussi en sodant la méthyldésoxybenzoïne par NH^2Na et en traitant le dérivé sodé par l'iodure de méthyle.

partir du bromhydrate de cétimine, mais ne peut être préparé directement à l'aide de la cétone.

P-anisyl-1-phényl-2-méthyl-2-propanone-1-semi-carbazone (P. F. = 210°-211°), se prépare à partir du bromhydrate de cétimine, mais ne peut être obtenu avec la cétone.

En condensant le chlorure de benzylmagnésium sur le diphénylbenzylacétonitrile et sur le triphénylacétonitrile, Mme Ramart-Lucas et M. F. Salmon-Legagneur (1) n'ont pas préparé les cétones attendues : le nitrile se scinde; il se forme un carbure dérivant du nitrile, un cyanure métallique et du dibenzyle « en quantité telle qu'on ne peut le considérer comme un produit secondaire ». Nous avons observé les mêmes phénomènes dans l'action du chlorure de benzylmagnésium sur le diphényléthylacétonitrile.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le spectre d'absorption ultraviolet de la chélidonine.* Note (2) de M. V. Brustier, présentée par M. Paul Sabatier.

La chélidonine, alcaloïde de la chélidoine (*Chelidonium majus*, Papavéracées), répond à la formule $C^{20}H^{19}NO^{2}OH^{2} = 371$.

Gadamer et ses élèves l'ont d'abord considérée comme possédant un noyau isoquinoléique (I), puis ils ont été conduits à la supposer constituée par un noyau heptacyclique, dont ferait partie l'atome de N, accolé à un noyau phénanthrénique (II) (3) :

(I). (II).

Il nous a paru intéressant de rechercher quelle conception l'examen du spectre d'absorption ultraviolet permettrait d'adopter.

(1) *Loc. cit.*

(2) Séance du 17 février 1930.

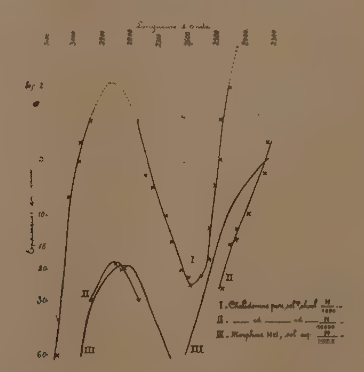
(3) Gadamer, Diéterlé et Winterfeld, *Arc. Pharm.*, 262, 1924, p. 250, 452, 488; *Bull. Soc. Chim.*, 36, 1924, p. 2068.

Nous avons utilisé des solutions : dans l'alcool absolu $\frac{N}{1000}$ et $\frac{N}{10000}$, une solution $\frac{N}{1000}$ dans l'hexane purifié de chélidonine pure (Merck; F. 134°-135°) et une solution aqueuse $\frac{N}{1000}$ de son chlorhydrate.

La technique et la représentation graphique adoptées sont celles employées au cours de précédentes recherches (1); en outre, pour vérifications, nous avons, sans rien changer par ailleurs, pris comme source lumineuse la lampe à hydrogène de Chalonge et Lambrey (2).

Chacune des solutions donne des spectres semblables.

Caractéristique du spectre : une seule bande large allant à sa base de 3059,2 à 2666,7 Å, dans sa partie moyenne de 3047,7 à 2631,1; son sommet (maximum de l'absorption) est à 2280,9; le point de rebroussement à 2599,5-2598,5. L'ultraviolet extrême est complètement absorbé à partir de 2327,5; pour l'ultraviolet lointain, l'absorption commence là et augmente progressivement jusqu'à 2586 Å.



Ce spectre ne rappelle en rien celui de l'isoquinoléine présentant 10 bandes et semble de plus pouvoir être rapproché de ceux de l'hydrastinine, de la narcotine et de l'hydrocotarnine; or, ces alcaloïdes possèdent un noyau isoquinoléique, mais donnent des spectres n'ayant aucune ressemblance avec celui de l'isoquinoléine (P. Steiner) (3). Retenons donc,

(1) V. Brustier, *Bull. Soc. chim.*, 39, 1926, p. 1527; *Thèse Doct. Méd.*, Toulouse, 1926.

(2) Chalonge et Lambrey, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1057.

(3) P. Steiner, *Bull. Soc. Chim. biol.*, 6, 1924, p. 253.

de cette analogie apparente, que le spectre de la chélidonine est très éloigné de celui de l'isoquinoléine. Par contre, un examen plus attentif permet de constater sa ressemblance frappante avec ceux de la morphine et de la dionine, que nous avions étudiés; plus précisément, il se rapproche de celui de la thébaïne, déterminé par P. Steiner : la bande d'absorption de la chélidonine est, en effet, plus large que celle de la morphine, l'intensité de l'absorption plus forte (10 fois plus environ) et il en est de même pour la thébaïne comparée à la morphine.

Les spectres des alcaloïdes du groupe de la morphine sont une simplification progressive de celui du phénanthrène, celui-ci perdant successivement ses doubles liaisons quand on passe aux alcaloïdes qui en dérivent [V. Henri et Gompel (1); P. Steiner].

La chélidonine a, comme l'apomorphine, une double liaison de moins que le phénanthrène; son spectre devrait donc se rapprocher de celui de l'apomorphine; mais sa constitution, plus complexe, est plutôt comparable à celles de la thébaïne et de la morphine : rien d'étonnant que son spectre se place, pour ainsi dire, entre ceux de ces derniers alcaloïdes.

En résumé, l'analogie entre l'absorption ultraviolette, produite par la chélidonine et les alcaloïdes du groupe de la morphine, nous autorise à l'interprétation suivante : la chélidonine est un dérivé du phénanthrène et non de l'isoquinoléine, conformément à la deuxième opinion de Gadamer.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fixation de l'ozone par les composés non saturés.* Note (2) de MM. **Georges Brus** et **G. Peyresblanques**, présentée par M. Paul Sabatier.

Ainsi que nous l'avons signalé (3), on peut suivre la *vitesse de fixation* de O^3 sur un composé non saturé, en traçant sa *courbe d'ozonisation*.

L'oxygène ozonisé vient barboter dans la solution du corps à ozoniser; puis, les gaz sont recueillis dans une solution de KI. Tous les 5^l d'oxygène, on dose O^3 *non absorbé* pendant le passage du demi-litre suivant. On porte en abscisses les volumes d'oxygène envoyés dans l'appareil; en ordonnées, les quantités de O^3 non absorbé.

La vitesse du courant gazeux, la pression dans l'appareil, le voltage, la température

(1) V. Henri et Gompel, *Comptes rendus*, **157**, 1913, p. 1422.

(2) Séance du 17 février 1930.

(3) Georges Brus et G. Peyresblanques, *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 984.

des ozoneurs sont maintenus constants. La teneur pour 100 en O^3 de l'oxygène ozonisé est ainsi constante; dans nos expériences, elle a été de 5 à 9 pour 100.

L'établissement des courbes d'ozonisation nous a permis de faire diverses remarques dont l'exposé constitue le but de la présente Note [1].

Dans le cas des doubles liaisons non benzéniques, les courbes dont l'allure est représentée par les figures 1 et 2 présentent deux parties : l'*absorption de* O^3 *est d'abord intégrale* (OA); puis, la proportion de O^3 non absorbé croît *très brusquement* (AB) et augmente ensuite à peu près linéairement (BC) pour se rapprocher de la teneur en O^3 de l'oxygène effluvé.

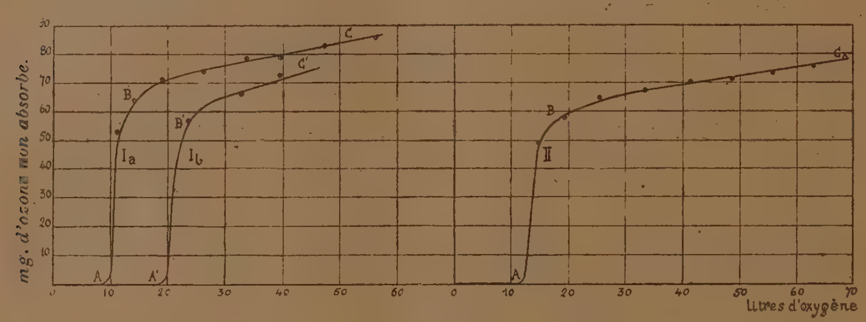


Fig. 1. — I_a, pinène; I_b, limonène. Fig. 2. — Acide oléique.

a. La *première partie* (OA) correspond à la formation de l'*ozonide normal* par fixation d'une molécule de O^3 par double liaison (triméthyléthylène, cyclohexène, pinènes α et β, camphène, acide oléique, méthylhepténones).

La longueur du palier OA permet de compter le *nombre de doubles liaisons* dans une molécule (limonène-cyclohexadiène).

b. La *deuxième partie* (BC) montre une disparition de O^3, de moins en moins considérable à mesure que la durée de l'ozonisation augmente.

α. Dans le cas des *corps ayant un groupe carbonyle*, son interprétation est immédiate : elle correspond à la formation du *peroxyde d'ozonide*, *par fixation de* O *sur le groupe* CO, formation *postérieure* à celle de l'ozonide normal. L'acide oléique et la méthylhepténone nous ont ainsi conduits à des perozonides en O^4.

$$R - CH = CH \ldots CO - R' \rightarrow \begin{array}{c} R - CH - CH \ldots CO - R' \\ \quad\;\; | \qquad\;\; | \qquad\qquad\quad \\ \quad\;\; O \qquad O \qquad\qquad\quad \\ \quad\;\;\; \diagdown \; O \; \diagup \qquad\qquad\quad \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} R - CH - CH \ldots CO - R' \\ \quad\;\; | \qquad\;\; | \qquad\quad \| \quad\;\; \\ \quad\;\; O \qquad O \qquad\quad O \quad\;\; \\ \quad\;\;\; \diagdown \; O \; \diagup \qquad\qquad\quad \end{array}$$

(1) Le cadre de cette Note ne permet pas de donner des précisions sur les résultats expérimentaux.

β. Dans le cas des *carbures*, l'allure de la deuxième partie des courbes est la même ; en C, on a un mélange d'ozonides en O^3 et en O^4 ; il y a formation d'un *perozonide*, *postérieure* à celle de l'ozonide normal, probablement par fixation de O sur un atome d'oxygène du groupe ozonide

```
>C=C<  →  >C—C<   →  >C—C<
            |  |         |  |
            O  O         O  O
             \/           \/
             O            O
                          ||
                          O
```

Harries [1] n'avait obtenu ces perozonides en O^4, à partir des carbures, qu'avec de l'O^2 ozonisé à 12-14 pour 100 de O^3, il pensait que leur formation était *simultanée* à celle des ozonides en O^3, l'attribuait à la présence d'*oxozone* O^4 dans l'O^2 ozonisé à forte teneur en O^3 et les nommait *oxozonides*.

La formation de perozonides avec des teneurs en O^3 de 5 à 9 pour 100, et *postérieurement* à celle des ozonides normaux nous fait mettre en doute l'hypothèse d'Harries sur l'existence de l'oxozone O^4, hypothèse contestée d'ailleurs par Kailan [2] et Riesenfeld et Schwab [3].

Conclusion. — Le résultats ci-dessus montrent l'intérêt des courbes d'ozonisation qui doivent contribuer à élucider complètement le mode de formation des perozonides en O^4, O^5 (ac. oléique) [4] et de leurs polymères.

CRISTALLOGRAPHIE. — *De l'influence possible du milieu ambiant sur la symétrie des formes de quelques minéraux naturels.* Note de M. L. **Royer**, présentée par M. Pierre Termier.

Des essais décrits précédemment [5] ont montré que, dans certaines conditions, on peut faire apparaître, au cours d'une corrosion, des formes hémièdres holoaxes sur des cristaux holoèdres et des formes tétartoèdres sur des cristaux parahémièdres ou antihémièdres. Il suffit pour cela d'aban-

---

(1) Harries, *D. ch. Ges.*, 45, 1912, p. 936.

(2) Kaïlan, *Z. El. Ch.*, 17, 1911, p. 966.

(3) Riesenfeld et Schwab, *D. ch. Ges.*, 55, 1922, p. 2088.

(4) Harries et Franck, *Ann. der Chemie*, 374, 1910, p. 356.

(5) L. Royer, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1176-1178 et 1303-1305 ; 189, 1929, p. 932-933.

donner le cristal à l'action dissolvante d'un milieu convenablement choisi.

On pouvait se demander si des phénomènes analogues à ceux ainsi observés au laboratoire étaient susceptibles de se produire aussi dans la nature. C'est cette question que j'ai tenté d'élucider.

Les expériences entreprises à ce sujet seront exposées ailleurs et je n'en donnerai ici qu'un résumé en insistant sur les données nouvelles qu'elles apportent dans l'interprétation de certains faits en apparence contradictoires et dont les causes étaient restées inconnues jusqu'ici.

I. On a longtemps discuté sur la symétrie vraie du soufre orthorhombique que l'on trouve dans la nature.

Certains auteurs le classent dans l'hémiédrie holoaxe terbinaire en se basant sur le développement sphénoédrique des cristaux de quelques gisements, surtout de Sicile, et sur des figures de corrosion naturelle dissymétriques relevées sur les faces de $b^{\frac{1}{2}}$(111).

D'autres lui attribuent une symétrie terbinaire holoèdre et invoquent à l'appui de leur manière de voir le faciès pyramidal d'un grand nombre de cristaux, l'absence totale de pouvoir rotatoire, le manque de piézoélectricité et la symétrie des figures de corrosion artificielle obtenues avec le sulfure de carbone.

Or, en attaquant une portion d'une face $b^{\frac{1}{2}}$(111) de soufre avec des hydrocarbures naturels (pétrole brut de Gabian dans l'Hérault), j'ai obtenu des figures dissymétriques et hémièdres holoaxes tandis que, sur une autre portion de la même face, le sulfure de carbone donnait naissance à des figures symétriques et holoèdres.

La conclusion qui s'impose est que certains hydrocarbures naturels constituent un milieu actif tel qu'il peut imposer des formes hémièdres holoaxes à un cristal holoèdre qui décroît dans sa masse. Ces conditions se trouvent confirmées d'une manière encore plus frappante, si possible, dans l'exemple cité plus bas.

Somme toute, tous les faits observés, aussi bien ceux connus depuis fort longtemps que ceux mis en évidence dans cette Note, s'expliquent complètement en attribuant au soufre une symétrie terbinaire holoèdre. Les caractères hémièdres holoaxes qui se manifestent dans les formes extérieures des cristaux de certains gisements sont dus à l'influence du milieu actif auquel ils se sont trouvés exposés et non à une dissymétrie du cristal lui-même. Il est fort probable que ce milieu dissymétrique était constitué par des hydrocarbures dont les derniers témoins se retrouvent de nos jours

sous forme des matières bitumineuses qui accompagnent par endroits le soufre.

2. Les résultats sont analogues quand on soumet un clivage de calcite à l'action du pétrole brut. Les faces $p(100)$ se recouvrent de figures de corrosion dissymétriques par rapport aux traces des plans de symétrie. Tout se passe comme si la calcite était hémièdre holoaxe.

Ces expériences sur la calcite apportent l'explication d'une observation faite par J. de Lapparent [1], à savoir : l'existence d'hémiscalénoèdres droits et gauches sur des rhomboèdres de calcite partiellement attaqués par un hydrocarbure.

Si jusqu'ici rien ne permettait de saisir la raison d'être de « la mériédrie mise ainsi en évidence par une corrosion singulière », les essais décrits ci-dessus montrent de suite à quoi sont dues ces formes mériédres. L'hydrocarbure en tant que milieu actif produit sur la calcite une corrosion dissymétrique qui se manifeste par la présence de formes hémièdres holoaxes.

3. Enfin j'ai pu mettre en évidence que les eaux brunes des tourbières, qui sont riches en matières humiques, constituent également un milieu actif sous l'influence duquel le cristal peut se limiter par des formes moins symétriques que celles qui correspondraient à sa symétrie réelle.

Il semble donc hors de doute que les minéraux cristallisés peuvent dans certaines conditions subir de la part du milieu ambiant une influence qui se traduit par une réduction de la symétrie de leurs formes extérieures. Les lois qui régissent cette réduction sont les mêmes que celles déduites des essais faits au laboratoire et décrits précédemment [2].

On savait déjà que le cristal pouvait être moins symétrique que ne l'indiquaient ses formes extérieures; il est certain maintenant que dans deux cas, et dans deux seulement, il peut être plus symétrique que ses formes extérieures : dans les cas où celles-ci sont hémièdres holoaxes ou tétartoèdres.

La présence de formes hémièdres holoaxes ou tétartoèdres ne suffit pas pour pouvoir classer le cristal dans l'une de ces deux mériédries; il est indispensable pour cela de faire appel à d'autres propriétés, telles que le pouvoir rotatoire, la piézoélectricité, la pyroélectricité.

---

(1) J. DE LAPPARENT, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1858.
(2) *Loc. cit.*

GÉOLOGIE. — *Sur l'extension et les faciès du Crétacé inférieur et moyen dans l'Atlas littoral du Nord de la province d'Alger.* Note de M. **Louis Glangeaud**.

On distingue dans l'Atlas littoral deux zones très différentes aux points de vue stratigraphique et tectonique. Je les ai appelées ([1]) zone I et zone II.

La zone I ou zone des massifs anciens englobe la Kabylie du Djurjura et ses prolongements vers l'Ouest : lambeaux de primaire de la feuille de l'Arba, massif d'Alger, Chénoua et Lias du Cap Ténés. Dans cette zone les terrains du Crétacé inférieur n'ont jamais existé, ou ont disparu. Les premiers niveaux crétacés qu'on y observe appartiennent à l'Aptien supérieur et à l'Albien sous la forme d'un Flysch schisto-gréseux ([1]). Celui-ci est directement recouvert par l'Éocène moyen et supérieur, sauf en un seul point (Chénoua), où l'on a découvert un minuscule lambeau de calcaire à *Echinocorys ovatus*. Ainsi la zone I est caractérisée par une série stratigraphique présentant d'importantes lacunes et des couches à faciès néritiques.

Au contraire la zone II offre des séries sédimentaires d'une épaisseur importante et des couches à faciès de mer profonde. Cette zone, que j'ai appelée zone II ou du géosynclinal de Blida, présente, au point de vue stratigraphique, quelques problèmes qui jusqu'à présent n'avaient pas été élucidés. J'ai donné dans ma précédente Note une solution pour celui posé par l'âge des calcaires dits Cénomanien ; un autre se pose encore : celui de la position stratigraphique des schistes de la Chiffa.

A la base des couches du Crétacé de cette zone apparaissent, dans l'Atlas de Blida et dans l'Atlas du Bou-Maad, plus de 1000^{m} de schistes et de calcaires présentant un aspect ancien. Ils ont été appelés Schistes de la Chiffa. Ficheur avait attribué au primaire ces schistes de la Chiffa. Depuis, plusieurs géologues (MM. Arambourg, Aymé, Ehrmann, Savornin) recueillirent, au cours d'excursions, des débris de petites Ammonites déroulées à la partie supérieure de cet ensemble à aspect primaire.

J'ai découvert à la source d'Aïne Marmoucha, en compagnie de M. Aymé, des Bélemnites et des débris d'*Aptychus*, dans ce massif appelé primaire. J'ai rencontré au Kef Chréa, dans une couche marneuse jaune, des Ammo-

---

([1]) L. Glangeaud, *Observations sur la stratigraphie et la tectonique de l'Atlas Tellien littoral* (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e série, 26, 1926, p. 47 à 60).

nites non déroulées et malheureusement en mauvais état de conservation et, dans la même région, des plaquettes à *Leptoceras*. Dans le prolongement des schistes de la Chiffa, il existe, dans la feuille de Marceau, une autre amygdale de terrain à aspect ancien qui forme une partie des crêtes et des flancs nord et sud du Bou-Maad.

Ce massif du Bou-Maad, comparable à celui de l'Atlas de Blida, n'avait jusqu'à présent fait l'objet d'aucune étude précise. J'y ai trouvé en grande abondance des Ammonites déroulées comprenant plusieurs espèces de *Leptoceras*, dont l'un assez commun est le *Leptoceras* aff. *subtile* Uhlig, ainsi que M. Sayn a bien voulu me le confirmer. Ces *Leptoceras* ont toujours été rencontrés en Algérie dans le Barrémien inférieur et, dans les autres régions, n'ont pas été observés au-dessus du Barrémien.

Au-dessous de ces couches à *Leptoceras* apparaissent des schistes durs, siliceux, épais de plus de 1000^{m}, dans lesquels j'ai découvert des Ammonites, généralement en mauvais état de conservation, mais dont l'une peut être rapportée à *Neocomites* aff. *platycostata* Sayn, du Valanginien moyen et supérieur (détermination de M. Sayn).

Il est donc très probable que, dans l'Atlas de Blida comme dans l'Atlas du Bou-Maad, on a une épaisse série compréhensive comprenant tout ou partie des niveaux du Néocomien et du Barrémien et peut-être une partie du Jurassique. Ces couches de l'Atlas du Bou-Maad ont aussi, mais avec moins d'intensité que dans l'Atlas de Blida, subi un début de métamorphisme.

La limite supérieure des schistes barrémiens du Bou-Maad et de l'Atlas de Blida est marquée par des couches un peu moins profondes d'âge aptien inférieur. Celles-ci sont érodées par les couches néritiques et transgressives de l'Aptien supérieur qui sont surmontées par de l'Albien schisto-gréseux à faciès de mer profonde. Des dépôts à faciès de mer moins profonde réapparaissent au Vraconnien avec le niveau à *Mortoniceras inflatum* Sow. On y rencontre des Rudistes isolés et des Échinodermes. Ces couches sont recouvertes par la série des marnes et calcaires du Cénomanien.

Si l'on envisage maintenant l'ensemble de la région littorale, on observe que la zone I se surélève et reste probablement émergée pendant le Néocomien, le Barrémien et l'Aptien inférieur, tandis que la zone II s'affaisse pendant le même temps. A l'Aptien supérieur la mer diminue de profondeur dans la zone II et s'étend en transgression sur la zone I où elle dépose des couches à *Orbitolina lenticularis* de la base du Flysch. Après l'Albien la zone I est de nouveau exondée, la mer se localise dans la zone II pendant le Vraconnien et le Cénomanien.

SÉISMOLOGIE. — *Séismes et coups de toit.* Note de M. **René Baillaud**, présentée par M. Ch. Fabry.

Le séismographe de l'Observatoire de Marseille a été entièrement remis en état en 1928. Il a enregistré depuis lors un nombre important de secousses séismiques, parmi lesquelles on doit mentionner d'assez nombreux *coups de toit* provenant des régions minières avoisinantes.

M. Louis Fabry avait déjà signalé autrefois à l'Académie [1] une série d'enregistrements analogues. Il les attribuait au creusement, dans certaines localités voisines de Marseille, en particulier entre Gréasque et Cadolive, de galeries destinées à l'extraction du charbon; la détente subite des terrains ainsi rendus instables engendre alors, selon lui, des secousses qui constituent de véritables petits tremblements de terre artificiels. Les diagrammes révélaient des vibrations dont la période atteignait à peine une seconde, et dont l'amplitude ($0^{mm},7$ pour chaque composante) correspondait à un déplacement du sol de l'ordre de $0^{mm},1$.

Le séismographe de Marseille a mis en évidence, le 14 avril 1929, une secousse tout à fait comparable à celles décrites par M. L. Fabry. Le lendemain, les journaux locaux annonçaient un éboulement important dans les mines de Gardanne, ayant causé la mort de plusieurs ouvriers. Le Service des Mines faisait savoir peu après qu'il s'agissait d'un coup de toit, tel qu'il s'en produit fréquemment dans cette localité, mais d'une gravité exceptionnelle.

Depuis lors six autres secousses ont été enregistrées dans des conditions analogues par notre séismographe.

On sait que les coups de toit sont dus à des couches de houille qui se détachent brusquement, sans cause apparente, mais non sans produire parfois des effets désastreux tels que l'éboulement du 14 avril dernier. Bien que les statistiques des accidents mortels causés par les coups de toit indiquent une proportion peu élevée on conçoit l'effet moral considérable que chacun d'eux produit chez le personnel ouvrier. Le Service des Mines étudie d'ailleurs activement les problèmes que posent ces phénomènes et recherche en même temps les mesures à prendre pour s'en défendre.

Leur origine première ne saurait être discutée ici; mais que l'éboulement

---

[1] *Comptes rendus*, **152**, 1911, p. 296.

constaté soit directement provoqué, comme le pense M. L. Fabry, par le creusement des galeries, ou qu'il soit simplement dû à un faible mouvement séismique naturel, on conçoit sans peine qu'il puisse y avoir bien des intermédiaires entre le vaste mouvement de terrains qu'est un tremblement de terre et le simple effondrement local appelé coup de toit. En fait, les enregistrements apparaissent fort différents dans les deux cas; série d'ondulations d'amplitude souvent importante se succédant pendant un temps assez long, pour les tremblements de terre; vibrations très rapides d'amplitude généralement petite, ne s'étendant que sur une faible fraction de minute pour les coups de toit. C'est ce qu'avait déjà noté M. L. Fabry en 1911, et ce que nous avons maintes fois vérifié en 1929. Or cette différence de caractère des séismogrammes paraît toute naturelle si l'on songe que les tremblements de terre peuvent être assimilés à des successions de chocs plus ou moins éloignés séparés par des intervalles de repos, alors qu'un coup de toit se ramène à un choc unique, localisé à une distance relativement faible de l'enregistreur.

Le 5 juillet 1929, à 11^h49^m, une inscription analogue, mais assez longue (une minute environ), nous conduisit à signaler au Service des Mines l'existence probable d'un très violent coup de toit. Aucun phénomène de ce genre n'avait cependant été constaté. Mais nous apprîmes bientôt qu'une explosion se produisait précisément à la même heure, dans une mine à l'Estaque et qu'on employait là des charges très puissantes (2000^{kg} de dynamite, parfois davantage), sous galeries profondes. Un véritable ébranlement de la montagne en résultait, à une distance de l'Observatoire environ deux fois moindre que la région de Gardanne. Si l'on tient compte du fait que les vibrations avaient une amplitude plus grande que celles de la secousse du 14 avril, l'analogie des deux diagrammes donne à penser que les coups de toit enregistrés par notre séismographe sont engendrés par des percussions du même ordre de grandeur que celle produite par l'explosion d'une mine chargée de 2000^{kg} de dynamite qui serait placée au même endroit. Cette charge correspond, dans le cas des roches de dureté moyenne, à un rayon de destruction complète du terrain égal à une dizaine de mètres [1].

La comparaison des séismes naturels avec des ébranlements artificiels a donné lieu à de nombreux travaux [2]. Ceux-ci avaient d'ordinaire pour but

---

(1) *Aide-mémoire de l'Officier du Génie en campagne* (édition 1922, 9, p. 17).

(2) Citons par exemple les expériences de Fouqué et Michel Lévy, celles de Milne et Gray et aussi celles d'Abbot qui portaient sur 130 tonnes d'explosif.

de déterminer la vitesse de propagation. Mais il semble que la mesure directe des amplitudes enregistrées dans le cas des coups de toit inopinés et dans celui de l'explosion à la même distance, faible d'ailleurs, d'une charge de dynamite ou de mélinite connue, fournit une estimation précieuse de l'ordre de grandeur des forces géologiques redoutables contre lesquelles les mineurs paraissent encore malheureusement bien désarmés.

CRYPTOGAMIE. — *Sur la nature et l'organisation de la gleba du* Battarrea Guicciardiniana *Ces.* Note de MM. A. Maublanc et G. Malençon, présentée par M. L. Mangin.

Chez les *Battarrea*, Gastéromycètes à évolution longtemps souterraine, le tissu fructifère, au moment où le champignon fait saillie à la surface du sol, se montre toujours à un état de développement trop avancé pour permettre d'en reconnaître la structure. Aussi celle-ci est-elle restée inconnue jusqu'ici, les états propices à son étude n'ayant pas été rencontrés.

Nous devons à M. Chabrolin de très jeunes stades encore hypogées de *Battarrea Guicciardiana* Ces. provenant des environs de Tunis et grâce auxquels nous avons pu faire les observations suivantes sur la nature et l'organisation de la gleba de ce champignon.

Tant qu'il est souterrain, ce *Battarrea* est une masse arrondie, charnue, dont la taille, très réduite au début, atteint vers la fin du développement 10 à 12^{cm} de diamètre. La chair est blanche et, dans les exemplaires très jeunes, compacte et homogène; mais, sur des échantillons de 3^{cm} de diamètre, la partie fertile peut déjà se distinguer avec netteté.

Les premiers rudiments de la gleba sont de petits pelotons filamenteux, isolés et disposés sur plusieurs étages vers le sommet de la fructification où leur ensemble constitue une mince calotte hémisphérique. Celle-ci, au fur et à mesure de l'accroissement de la plante, augmente d'épaisseur tout en conservant sa forme générale et sa localisation. Chaque peloton possède une paroi propre formée de quelques couches concentriques d'hyphes grêles et cloisonnées. Les extrémités de ces filaments se ramifient, s'enchevêtrent puis, après avoir ainsi tapissé d'une couche emmêlée la face interne de la paroi, prennent une direction rectiligne et convergent toutes vers le centre. En s'accroissant, les pelotons deviennent rapidement creux, se transformant en logettes entièrement closes et indépendantes. A l'origine leur cavité est unique, mais le développement y fait apparaître des

replis qui en s'unissant la divisent bientôt en chambres plus petites. La forme initiale de ces corpuscules pluriloculaires est globuleuse; plus tard l'épaississement de la gleba les étire verticalement et leur donne un profil fusoïde.

Les éléments rectilignes dirigés vers l'intérieur de chaque compartiment constituent un hyménium qui en tapisse toute la cavité. Les jeunes sporophores se transforment en basides claviformes, longuement atténuées à leur partie inférieure, qui, au moment où vont naître les spores, ont 24 à 26$^{\mu}$ de hauteur et 4,5 à 5,5$^{\mu}$ de largeur. Les stérigmates, au nombre de quatre, sont acrogènes, divariqués et effilés; les spores nées à leur sommet se détachent dès qu'elles ont atteint un volume voisin de leur taille définitive. Après la chute des spores, les basides se collapsent, faisant place à d'autres plus jeunes dans une succession ininterrompue.

En quittant les basides les spores n'ont pas terminé leur développement : celui-ci s'achève dans la cavité de la logette. L'épispore encore hyaline se teinte graduellement de jaune fauve et son ornementation se précise. Quant à l'endospore, elle reste incolore, mais s'épaissit jusqu'à plus d'un μ, épaisseur relativement considérable par rapport au volume réduit de la spore.

Quand la plante est proche de la maturité, la production des basides se ralentit puis s'arrête. Les logettes, gonflées de spores, sont réduites à leur paroi générale qui se dessèche et se brise, en sorte que la gleba n'est plus qu'un amas pulvérulent traversé par ces parois vieillies et persistantes sous forme de fibrilles ou de lanières membraneuses. A ce stade correspond l'élongation du stipe qui vient dresser hors du sol la masse sporifère, rapidement livrée aux agents disséminateurs par la déhiscence du péridium interne.

Les élatères, que l'on trouve mélangées aux spores, apparaissent très tardivement et avec rapidité, circonstances qui ne nous ont pas permis d'en reconnaître l'origine exacte. Nous avons pu néanmoins nous assurer que ces organes se forment dans l'hyménium et nos observations nous portent à admettre que ce sont les dernières spores, hypertrophiées et méconnaissables, produites par la plante aux instants ultimes de son activité.

L'étude du développement du *Battarrea Guicciardiana* permet d'affirmer la nature basidifère, jusqu'ici simplement supposée, de ce champignon. D'autre part, l'hyménium qui tapisse les logettes l'éloignerait des *Plectobasidiées*, par conséquent des *Tylostomatacées* auxquelles on a coutume de rattacher les *Battarrea*. Cependant les *Tylostoma*, *Queletia* et *Battarrea*

offrent une similitude tellement frappante dans la structure et le développement de leur appareil végétatif qu'elle exprime plus qu'une simple coïncidence de forme. Nous pensons que ces genres, en dépit de leur gleba, tantôt euhyméniée, tantôt plectobasidiée, doivent constituer une seule et même famille. Les *Battarrea* en sont les représentants les plus élevés, les autres genres apparaissent comme les échelons inférieurs, dégradés à la fois dans l'ordonnance de l'hyménium et la forme des basides.

Pour cette raison, il serait logique de donner à ce groupement naturel le nom de *Battarreaceæ* au lieu de celui de *Tylostomataceæ* sous lequel on l'a jusqu'ici désigné, dans l'ignorance où l'on était de la valeur phylogénétique du genre *Battarrea*.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *L'acide cyanhydrique chez les Vesces. Sa répartition dans les divers organes des Légumineuses-Papilionacées à glucoside cyanogénétique.* Note de M. **Paul Guérin**, présentée par M. L. Mangin.

H. Ritthausen et U. Kreusler ([1]), en 1870, concluaient de leurs recherches sur les matières protéiques que les graines de *Vicia sativa* contiennent probablement des traces d'amygdaline. La question fut reprise, en 1899, par F. F. Bruyning et J. van Haarst ([2]) qui observèrent que la farine de plusieurs variétés de *Vicia sativa* et des *V. canadensis*, *V. hirsuta* et *V. angustifolia* peut développer de l'acide cyanhydrique. Plus tard, les semences de *V. macrocarpa* fournissaient à L. Guignard ([3]) jusqu'à $0^{g},30$ d'acide cyanhydrique par kilogramme et celles de *V. angustifolia* fournissaient à G. Bertrand ([4]) jusqu'à $0^{g},750$, ce qui lui permettait d'en isoler le glucoside cyanogénétique, la *vicianine*.

Si nous sommes, depuis longtemps déjà, fixés sur l'existence d'acide cyanhydrique dans les graines de certaines Vesces et sur la nature même du

([1]) H. Ritthausen et U. Kreusler, *Ueber Vorkommen von Amygdalin und eine neue dem Asparagin ähnliche Substanz in Wickensamen* (Vicia sativa) (*Journ. f. prakt. Chemie*, N. F., 2, 1870, p. 333).

([2]) F. F. Bruyning Jr. et J. van Haarst, *Sur l'acide cyanhydrique des graines du genre* Vicia (*Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas et de la Belgique*, 18, 1899, p. 468).

([3]) L. Guignard (*Bull. Sc. pharmacologiques*, 13, 1906, p. 346).

([4]) G. Bertrand, *La vicianine, nouveau glucoside cyanhydrique contenu dans les graines de Vesce* (*Comptes rendus*, 143, 1906, p. 832).

glucoside susceptible de l'engendrer sous l'influence d'une diastase, une question, plusieurs fois posée, semble, à notre connaissance du moins, n'avoir pas été résolue : la plante contient-elle le glucoside dans d'autres organes que la graine et aux diverses phases de la végétation ? Les recherches que nous poursuivons sur les Légumineuses à acide cyanhydrique nous permettent de fournir une solution à ce problème.

Nos observations ont porté sur diverses variétés de *V. sativa* et sur les *V. angustifolia* et *V. macrocarpa* dont 2 à 3g de graines finement broyées provoquent une coloration rouge très accentuée du papier picro-sodé (1). Après germination de ces graines, laquelle est hypogée, les cotylédons continuent d'accuser pendant très longtemps la présence d'acide cyanhydrique, mais on ne peut en déceler la moindre trace, pas plus dans la tige et les feuilles de la plantule que dans la racine. Le glucoside générateur d'acide cyanhydrique demeure donc dans les cotylédons où il s'épuise petit à petit, très lentement toutefois, puisque sa présence est encore très manifeste dans les cotylédons portés par de jeunes pousses de *V. sativa* et de *V. macrocarpa* atteignant 20cm.

Si le glucoside cyanogénétique fait défaut dans l'appareil végétatif de la Vesce, à quel moment commence-t-il à faire sa réapparition pour atteindre le maximum de sa teneur dans la graine ? En suivant, chez le *V. macrocarpa*, les divers stades de la végétation, nous avons pu voir que les fleurs et les ovaires ne contiennent aucune trace d'acide cyanhydrique, mais que ce dernier apparaît dans la très jeune graine, dès que les cotylédons commencent à se différencier. La teneur en acide cyanhydrique peut atteindre déjà, à ce moment, 0g,129 par kilogramme. Il est à remarquer que le tégument est complètement dépourvu de glucoside cyanogénétique et que les cotylédons seuls en possèdent.

Il résulte donc de ce qui précède que si les Vesces peuvent être consommées sans inconvénient par le bétail jusqu'à la période de floraison, il est possible qu'il n'en soit plus de même dès que les gousses commencent à se développer.

En définitive, ces observations et celles que nous avons exposées antérieurement (2) établissent que, chez les Légumineuses à acide cyanhydrique, le glucoside cyanogénétique peut, suivant les genres, se trouver localisé dans des organes tout à fait différents, et parfois dans un seul, à l'exclusion de tout autre.

---

(1) Des graines de *Vicia macrocarpa* et de *V. angustifolia*, conservées en herbier depuis plus de 30 ans, donnent encore une réaction très marquée de l'acide cyanhydrique.

(2) PAUL GUÉRIN, *L'acide cyanhydrique chez les* Lotus (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 1158); *Les Papilionacées-Lotées à acide cyanhydrique* (*Comptes rendus*, 189, 1929, p. 115); *La teneur en acide cyanhydrique des* Lotus (*Comptes rendus*, 189, 1929, p. 1011).

1° Chez les *Vicia*, la graine seule est pourvue de glucoside à acide cyanhydrique.

2° Dans les *Lotus* à acide cyanhydrique, le glucoside n'existe pas dans la graine, mais il apparaît dès la germination, dans les feuilles cotylédonaires, et on le trouve, en plus ou moins grande abondance, dans la tige feuillée, parfois même dans la racine et aussi dans la fleur, pour disparaître ensuite.

3° Les *Tetragonolobus*, *Dorycnium* et *Bonjeania* sont également dépourvus de glucoside cyanogénétique dans leurs graines, ce corps n'apparaissant, comme chez les *Lotus*, que dans les feuilles cotylédonaires, dès le début de la germination. Mais, dans ces trois genres, le glucoside demeure là où il a pris naissance : la plantule s'en montre totalement privée ou n'en accuse que des traces, et la tige feuillée en est toujours complètement dépourvue.

4° Le *Phaseolus lunatus*, qui a été utilisé par L. Guignard (¹) dans ses recherches sur la migration des glucosides cyanogénétiques dans le greffage, peut enfin être cité comme exemple de Légumineuse possédant de l'acide cyanhydrique à la fois dans la graine et dans la tige feuillée (²).

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la décalcification et de l'acidité des sables littoraux sur la végétation.* Note (³) de M. **Maurice Hocquette**, présentée par M. L. Blaringhem.

Entre Dunkerque et Gravelines, depuis la période gallo-romaine, les atterrissements se font d'une manière continue; la mer subit un mouvement de retrait et la position des rivages successifs est marquée par un bourrelet sableux. Il nous a semblé intéressant d'étudier les rapports de la composition des sables littoraux avec leur âge et les modifications floristiques qui peuvent en résulter.

A Loon-Plage, entre le rivage et le village situé à 4^{km} à l'intérieur des terres se succèdent les dunes côtières, une zone de dunes érodées soudées

(¹) L. Guignard, *Recherches physiologiques sur la greffe des plantes à acide cyanhydrique* (*Ann. Sc. nat.*, *Bot.*, 9ᵉ série, 6, 1907, p. 261).

(²) Mirande a signalé dans le *Trifolium repens* (*Comptes rendus*, 155, 1912, p. 651), et Gard, dans les *Ornithopus* (*Comptes rendus*, 161, 1915, p. 10), l'existence d'acide cyanhydrique dans la tige feuillée, mais ces auteurs n'ont pas étudié séparément la graine.

(³) Séance du 17 février 1930.

aux précédentes puis séparées les unes des autres : Bancs de Gravelines, des Dunes de Loon et enfin Bancs de Loon. Les caractères pédologiques des différents bancs sableux sont résumés dans le tableau suivant, où les variations calciques sont évaluées en carbonate de calcium (appareil de Gessler et Herdmann) et les concentraions en ions H par la méthode colorimétrique (série de Clark et Lubs) :

		CO^3Ca %.	pH.
Versant maritime du cordon bordier	formation récente	12,93	7,90
Versant continental du cordon bordier	contemporain	7,94	7,80
Banc de Gravelines..........	XVIIIe siècle	8,96	7,40
Banc de Gravelines.........	XVe siècle	5,95	7,60
Banc des Dunes de Loon...	XIIIe siècle	1,17 (0,79 — 2,27)	7,2 — 7,45
Banc des Dunes de Loon...	XIIe siècle	1,81 (1,70 — 1,92)	7,5 — 7,70
Banc de Loon.............	IXe-Xe siècle	1,16 (0,68 — 1,64)	6,5 — 7,2

Contrairement à ce qui se passe dans la région de Loon, près de Fort Mardick, les bourrelets littoraux ne sont pas soudés aux dunes actuelles. Le Banc Sud est situé à environ 1400^m du rivage, le Banc Nord est distant du précédent de 100 à 400^m ; enfin, en avant de ce cordon, s'étend une digue qui fut couverte de dunes au XVIIIe siècle. Les analyses fournissent :

		CO^3Ca %.	pH.
Digue sableuse....................	XVIIIe siècle	4,50	7,50
Banc Nord de Fort Mardick.......	XVIIe siècle	3,74	7,80
Banc Sud de Fort Mardick........	XVIe siècle	2,72	7,60

La décalcification des sables croît donc avec l'âge des formations littorales. Les dunes les plus anciennes (IXe et Xe siècle) renferment une quantité minime de carbonate de calcium et le cordon dunal actuel présente la proportion la plus élevée. La rapidité de disparition du calcaire varie d'ailleurs avec l'isolement des bancs sableux ou leur soudure aux dunes actuelles, ce qui s'explique par la plus ou moins grande facilité de renouvellement du calcaire (têts de Lamellibranches et de Gastéropodes entraînés par le vent). Bien qu'il n'y ait pas de parallélisme bien marqué entre la teneur en CO^3Ca et l'ionisation, la concentration en ions H varie dans d'assez fortes proportions et les différents pH sont compris entre 6,5 et 7,90.

Au point de vue floristique nous avons noté l'apparition d'espèces étrangères à la végétation des dunes actuelles, de plantes calcifuges dont la présence paraît liée à certains degrés d'appauvrissement de la terre en calcaire

et d'acidification. *Rhinanthus major* apparaît le premier dans les sables renfermant 0,60 à 2,27 pour 100 de CO^3Ca et de pH 7,2 — 7,4 (Banc des Dunes de Loon, XIIIe siècle); nous l'avons déjà signalé dans des sables contenant 3,75 pour 100 de CO^3Ca (¹). Il ne semble pas supporter, au moins dans les dunes du littoral flamand, plus de 4 pour 100 de CO^3Ca ni s'accomoder à des pH supérieurs à 7,5. Dans les sols renfermant moins de 3 pour 100 de calcaire s'observent : *Spiranthes autumnalis*, *Rumex Acetosella*, *Scleranthus annuus* et *Ornithopus perpusillus*. Ces plantes adaptées à des terrains pauvres en calcaire paraissent jouir d'une certaine plasticité vis-à-vis du substratum puisqu'on les trouve à Ghyvelde (²), dans les dunes internes, où CO^3Ca existe dans la proportion de 2,84 et aux environs de Loon dans des sables contenant de 0,68 à 1,92 pour 100 de carbonates. *Rumex Acetosella*, *Scleranthus annuus* et *Ornithopus perpusillus* ne se rencontrent que dans des sables légèrement acides ou très faiblement alcalins (pH 6,5 à 7,2). *Spiranthes* colonise également les dunes à pH 7,5; l'absence de cette Orchidée sur les dunes du XIIe siècle, pourtant fortement décalcifiées (CO^3Ca 1,70-1,92 pour 100), laisse supposer qu'elle ne peut s'adapter à un pH plus alcalin (7,70).

A Fort-Mardick, nous n'avons observé aucune espèce calcifuge bien que la teneur en calcaire des sables du XVIe et du XVIIe siècle soit inférieure à 4 pour 100; c'est la basicité du sol (pH 7,50 à 7,80) qui doit entraver sur ces cordons littoraux la dissémination des calcifuges, pourtant facile, étant donnée la proximité des Bancs de Loon.

Ainsi, d'assez faibles variations d'ionisation semblent intervenir dans la répartition des espèces végétales et en particulier des espèces dites calcifuges. Nos observations mettent en évidence une relation entre leur présence, la teneur en carbonate de calcium et le taux en pH du support. Pour que les *Rhinanthus*, par exemple, prennent pied sur les sables littoraux, il faut que, d'une part, la quantité de CO^3 Ca, d'autre part, l'ionisation ne dépassent pas un certain maximum (ici 4 pour 100 et 7,5).

(¹) *Étude sur la végétation et la flore du littoral de la Mer du Nord de Nieuport à Sangatte* (*Arch. Bot.*, I, Mém. nº 4, 1927, p. 144).

(²) *Loc. cit.*, p. 143.

ANATOMIE. — *Sur la structure de la rétine d'un* Agamidæ : Agama Tournevillii *Lataste. Présence d'une* fovea. Note de Mlle **M.-L. Verrier**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Au cours d'un travail sur la vision des Reptiles, nous avons étudié la structure de la rétine de quelques *Agamidæ* : *Agama inermis* et *Agama Tournevillii* principalement, où nous avons constaté la présence d'une *fovea* remarquable par son degré de perfectionnement.

La structure de l'œil des Agames n'a encore fait l'objet d'aucune étude; de plus, une *fovea* n'a été décrite, parmi les Reptiles que chez un très petit nombre d'espèces : chez les Caméléons par Cajal (¹) et Rochon-Duvigneaud (²) et chez un *Iguanidæ* américain : *Phrynosoma cornutum* par Detwiler et Laurens (³). Il nous paraît donc intéressant de signaler les particularités de la rétine de quelques représentants de ce groupe des *Agamidæ*.

La rétine tapisse uniformément la paroi interne du pôle postérieur du globe oculaire. Il est aisé de constater à sa surface, au simple examen macroscopique, la présence d'une *fovea*. Celle-ci se présente sous l'aspect d'une dépression de la rétine entourée d'un bourrelet jaunâtre, circulaire, à peine saillant. Sur un œil sensiblement sphérique, de 4^mm de profondeur, le diamètre du bourrelet était de 1^mm environ. Nous étudierons successivement la structure de la rétine non en contact avec la *fovea* et la structure des régions fovéales et périfovéales.

1° *Régions extrafovéales*. — Elles sont principalement caractérisées par une assez grande abondance de pigment (l'épithélium pigmentaire atteint le $\frac{1}{5}$ de l'épaisseur totale de la rétine), l'existence exclusive de cônes, une assez grande richesse en cellules ganglionnaires. Les cônes ont la forme que l'on observe généralement dans les rétines de Vertébrés, avec un segment externe court, un segment moyen ovalaire et renflé, un noyau fortement colorable : leur hauteur totale est de 20μ dans le segment périphérique, elle croît à mesure que l'on se rapproche du fond de l'œil, tandis que la largeur

---

(¹) Ramon y Cajal, *Die Retina der Wirbeltiere* (Wiesbaden, 1894).

(²) A. Rochon-Duvigneaud, *Les fonctions des cônes et des bâtonnets* (*Annales d'Oculistique*, 154, 1917, p. 643).

(³) S. R. Detwiler et H. Laurens, *Studies on the retina. The structure of the retina of Phrynosoma cornutum* (*J. Comp. Neurol.*, Philadelphia, 32, 1920, p. 347-356).

diminue jusqu'à donner aux éléments l'aspect filiforme que nous décrirons au niveau de la *fovea*. Sur une portion de rétine de 100$^{\mu}$ de largeur, nous pouvons compter 22 cônes pour 8 cellules ganglionnaires, dans les régions les plus périphériques. La différence entre ces deux nombres diminue à mesure que l'on se rapproche de la *fovea*. Au voisinage du point d'épanouissement du nerf optique, on peut compter 28 cellules visuelles pour 16 cellules ganglionnaires.

Les couches granuleuses internes et plexiformes sont semblables à celles que l'on a décrites chez les Reptiles étudiés à cet égard.

2° *Régions fovéales et périfovéales.* — Elles offrent, comme principaux caractères, une plus grande richesse en pigment, la présence exclusive de cellules à cônes filiformes et très hautes, une épaisseur considérable, sur les bords de la dépression, de la couche des grains internes et trois assises de cellules ganglionnaires. La hauteur de l'épithélium pigmentaire est à peine modifiée, la plus grande richesse en pigment provient surtout d'une plus grande densité de ce dernier.

La hauteur des cellules à cônes est considérablement augmentée, elle atteint le triple de la hauteur de ces mêmes cellules dans les régions extra-fovéales. Le segment myoïde est fortement distendu et orienté dans une disposition rayonnée autour d'un point central formé par le fond de la dépression fovéale. Au niveau de la limitante externe, le segment moyen se redresse, et son axe, de même que celui du segment externe, devient perpendiculaire à la paroi externe de la rétine. La couche des grains externes offre jusqu'à 12 assises d'éléments superposés alors qu'elle n'en compte rarement plus de 5 dans les régions périphériques. Sur les bords immédiats de la *fovea* on peut compter, sur une portion de 100$^{\mu}$ de large, 90 cellules visuelles pour 85 cellules ganglionnaires. Enfin, sur des coupes, il est possible de mesurer la profondeur de la *fovea* : elle atteint, en son centre, 200$^{\mu}$.

Ainsi la *fovea* d'*Agama Tournevillii*, par ses caractères macroscopiques, l'absence de pigment à son niveau, son bouquet de cônes central, le rapport du nombre des cellules visuelles au nombre des cellules ganglionnaires peu différent de l'unité, rappelle la description d'une *fovea* de Caméléon, d'Oiseau de proie, ou même une *fovea* humaine. Sa présence est l'indice d'une très bonne acuité visuelle qui existe aussi, mais à un degré moindre dans les autres régions de la rétine, toutefois, les parties périphériques paraissent mieux douées à cet égard que la rétine humaine. L'existence exclusive de cônes permet une faculté étendue de discrimination des couleurs et fait de l'œil de l'Agame un organe propre à la vision diurne.

Le comportement de ces animaux, fuite du danger, capture des proies, coïncide bien avec les très bonnes facultés visuelles que révèle l'étude de leurs yeux. Nous avons rapproché plus haut la morphologie de ces yeux de celle des yeux du Caméléon : il convient de remarquer, qu'ici, les variations chromatiques des téguments ne sont pas sous l'influence des excitations visuelles, comme on l'admet dans le cas des Caméléons. Nous avons précédemment établi [1] qu'elles étaient en rapport avec l'état physiologique de l'animal et les irritations extérieures.

A cet égard on ne saurait rapprocher le comportement des Agames et celui des Caméléons, bien qu'ils possèdent les mêmes facultés visuelles.

PHYSIOLOGIE. — *Vagotonine pancréatique et glycogène hépatique.* Note de MM. **D. Santenoise**, **H. Verdier** et **M. Vidacovitch**, présentée par M. Charles Richet.

Ayant observé, dès 1923, chez un grand nombre de sujets, l'existence d'une curieuse relation entre le tonus du vague et la tolérance au glucose (tolérance élevée chez les vagotoniques et faible chez les hypovagotoniques), nous avons institué une longue série de recherches expérimentales dont nous présentons les premiers résultats.

En pratiquant chez plus de 200 chiens anesthésiés au chloralose des prélèvements de foie, fixés à l'alcool et colorés par deux méthodes se contrôlant (gomme iodée; carmin de Best), l'examen histologique nous a permis les conclusions suivantes :

I. *Excitabilité réflexe du vague et glycogène hépatique.* — Il existe un parallélisme étroit entre l'intensité du réflexe oculo-cardiaque chez l'animal chloralosé et la richesse du foie en glycogène.

A. Les animaux à R. O. C. marqué présentent généralement, même à jeun depuis 24 heures, un foie riche en glycogène.

B. Les animaux à R. O. C. nul ou peu marqué présentent généralement un foie pauvre en glycogène.

Les quelques résultats aberrants sont tous explicables par les conditions expérimentales (animaux alimentés depuis peu, mauvaise anesthésie, impu-

---

(1) M.-L. Verrier et A. Panu, *Sur le pigment et les variations chromatiques de quelques Reptiles du groupe des* Agamidæ (*Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 205).

reté du chloralose, réactions émotives intenses avant l'anesthésie, état infectieux, hémorragies, refroidissement au cours de l'expérience).

II. *Vagotomie et glycogène hépatique.* — La vagotomie double a toujours été suivie de la disparition presque totale du glycogène hépatique. Toutefois, ainsi que nous avons pu le voir en effectuant des prélèvements successifs, l'appauvrissement est progressif.

III. *Pancréas, excitabilité réflexe du vague et glycogène hépatique.* — Des recherches antérieures nous ayant permis d'établir avec Garrelon que le pancréas sécrète et déverse dans la circulation une hormone vagotonisante, différente de l'insuline, nous nous sommes alors demandé si le pancréas n'intervenait pas aussi dans la glycorégulation en réglant, par l'action de cette hormone sur le pneumogastrique, la fixation du glycogène par le foie.

A. La pancréatectonie totale est suivie, en même temps que de la disparition du glycogène hépatique, de la diminution de l'excitabilité réflexe du vague.

B. Lorsque les pancréatectomies incomplètes ne sont pas suivies de l'abolition du R. O. C., elles ne sont pas non plus suivies de la disparition du glycogène hépatique.

C. L'injection de l'hormone pancréatique vagotonisante que nous avons séparée de l'insuline et que nous proposons provisoirement d'appeler *vagotonine*, est toujours suivie de l'enrichissement du foie en glycogène.

D. L'injection de cette hormone à des animaux dépancréatés et ayant, par suite, un foie très appauvri en glycogène, a toujours été suivie d'une recharge, souvent intense, du foie en glycogène, en même temps qu'était apparu un R. O. C. intense.

E. Par contre, l'injection de cette substance chez des chiens à vagues préalablement sectionnés ne nous a jamais donné que des résultats négatifs. Cette constatation semble montrer que la sécrétion vagotonisante du pancréas n'agirait pas directement sur le foie, mais par l'intermédiaire du pneumogastrique.

IV. *Insuline et glycogène hépatique.* — On aurait pu nous objecter que les résultats précédents étaient dus aux traces d'insuline entraînée, au cours de la préparation, avec la vagotonine. Mais de nombreuses expériences de contrôle nous permettent de réfuter en tous points cette objection.

A. Avec des insulines très pures, sans pouvoir vagotonisant, nous n'avons non seulement jamais observé l'enrichissement, mais au contraire l'appauvrissement du foie en glycogène.

B. Par contre, avec les insulines contenant de la vagotonine et ayant un pouvoir vagotonisant, nous avons noté :

1° Avec les doses fortes, un appauvrissement dans l'heure qui suit l'injection, c'est-à-dire dans la phase hypoglycémique due à l'action insulinienne proprement dite; et quelquefois un enrichissement tardif (3 à 5 heures après l'injection), parallèle à l'apparition d'un R. O. C. intense;

2° Généralement un enrichissement avec des doses pondérablement très faibles,

correspondant à $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{20}$ d'unité d'insuline, l'hormone vagotonisante exerçant une action prédominante.

Conclusions. — Le pancréas intervient, par l'intermédiaire du vague, dans la fixation du glycogène sur le foie, en sécrétant une hormone vagotonisante différente de l'insuline. Nous proposons d'appeler provisoirement vagotonine cette substance dont nous décrirons dans un autre Mémoire le mode de préparation.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Répartition de l'énergie dans les couleurs composées.* Note de M. **J. Malassez**, présentée par M. Ch. Fabry.

Le problème du mélange des couleurs peut être traité en utilisant les notions d'énergie. En effet, à tout flux lumineux correspond un flux d'énergie.

L'équation des couleurs exprime le fait que le mélange de deux radiations monochromatiques, en proportions convenables, donne sur la rétine la même impression de couleur qu'une radiation simple, plus ou moins mélangée de blanc et dont la longueur d'onde est comprise entre celles des deux composantes.

Or la lumière blanche n'a pas de signification énergétique précise. Un même flux lumineux blanc peut correspondre à des flux énergétiques complètement différents.

Pour lever cette difficulté et pour pouvoir introduire les notions d'énergie dans la question du mélange des couleurs, il faut comparer la couleur composée à la couleur simple de même teinte, sans tenir compte de la différence de saturation.

Un dispositif simple permet d'obtenir deux plages contiguës, l'une éclairée par le mélange de deux radiations monochromatiques, l'autre par une radiation simple dont la longueur d'onde est comprise entre celles des deux composantes. Une pile thermo-électrique sensible permet de mesurer les flux énergétiques correspondants. On réalise l'égalité d'éclairement et de teinte des deux plages contiguës. Cette opération est plus ou moins facile, suivant la région du spectre étudié et suivant le degré de saturation.

Soient λ_1, λ_2, λ les longueurs d'ondes des composantes et de la radiation simple équivalente; E_1, E_2 et E les flux énergétiques et v_1, v_2 et v les facteurs de visibilité relative correspondant à ces radiations (ces facteurs sont donnés par les mesures de Gibson et Tyndall). v_1E_1, v_2E_2 et vE repré-

sentent les flux lumineux des trois radiations exprimés en unités arbitraires.

On constate que la relation

$$v_1 E_1 + v_2 E_2 = v E \tag{1}$$

se trouve vérifiée, à la précision près des expériences, dans le domaine des radiations exploré.

Ci-joint un tableau, dans lequel les flux lumineux représentent les moyennes de mesures effectuées avec diverses valeurs de λ, pour différents couples de composantes :

λ_1.	λ_2.	$v_1 E_1$.	$v_2 E_2$.	$v_1 E_1 + v_2 E_2$.	$v E$.
623,4	546,1	79,9	161,1	241,0	239,7
623,4	536,5	79,9	127,1	207,0	213,5
638,0	546,1	71,2	179,2	250,4	259,9
612,3	546,1	48,7	93,1	141,8	140,4
612,3	536,5	58,4	85,0	143,4	142,8
612,3	526,0	48,5	64,9	113,4	114,1
579,0	513,5	56,0	64,6	120,6	122,3

L'équation (1) peut se mettre sous une forme indépendante des unités choisies en posant $\frac{E_1}{E} = x$, $\frac{E_2}{E} = y$:

$$v_1 x + v_2 y = v. \tag{2}$$

Si l'on se donne la longueur d'onde λ ou le facteur de visibilité v, cette équation est insuffisante pour déterminer, par le calcul, les proportions des composantes dans le mélange. Une autre équation est nécessaire. Nous nous occupons actuellement de résoudre ce problème.

Nos mesures nous donnent le rapport des énergies de la lumière composée et de la lumière simple, quand l'égalité d'éclairement et de teinte est réalisée pour les deux plages contiguës.

Nous avons trouvé, dans la région étudiée, que le flux énergétique de la lumière composée était toujours supérieur à celui de la lumière simple.

On peut donc introduire la notion de rendement énergétique de la lumière composée et poser

$$\rho = \frac{E}{E_1 + E_2} = \frac{1}{x + y}.$$

A titre d'exemple, nous donnons dans le tableau ci-après le rendement d'une lumière composée de deux radiations de longueurs d'ondes $\lambda_1 = 623,4$, $\lambda_2 = 546,1$, pour différentes valeurs de λ.

λ.	x.	y.	$x+y$.	$\rho = \frac{1}{x+y}$.
587,5	1,16	0,39	1,55	0,645
582,0	1,02	0,54	1,56	0,641
578,5	0,97	0,59	1,56	0,641
577,5	0,91	0,62	1,53	0,653
574,0	0,79	0,67	1,46	0,684
571,5	0,72	0,73	1,45	0,689
570,5	0,66	0,73	1,39	0,711

Le rendement tend vers l'unité, quand λ tend vers λ_1 ou vers λ_2, comme il résulte de l'équation (2).

Le rendement minimum est d'autant plus petit que l'écart des longueurs d'ondes des composantes est plus grand.

Ainsi la rétine, dans le domaine exploré, est toujours plus sensible à la lumière simple qu'à la lumière composée, de même teinte.

BIOLOGIE. — *Sur la génétique du Lapin castorrex.* Note de M. R. Lienhart.

Le castorrex est une mutation apparue dans la Sarthe en 1919 et dérivée du Lapin ordinaire; elle diffère de celui-ci par la disparition des jarres de la fourrure, ce qui donne à l'animal un pelage rappelant celui du Castor et a motivé son exploitation industrielle.

Tout d'abord on a considéré la mutation castorrex comme due à un facteur *a*, allélomorphe du facteur A déterminant le pelage normal, et dominé par lui dans les croisements: au début, en effet, tous les croisements entre deux castorrex ont donné uniquement des castorrex semblables aux deux mutants originaux. Mais, dès 1926, des faits nouveaux, contraires en apparence aux prévisions mendéliennes, ont apparu et se sont multipliés depuis. Nachtsheim, Letard et d'autres ont vu tout d'abord apparaître dans des familles de Lapins normaux des castorrex qui ont été interprétés comme de nouveaux mutants (épidémie de mutations). Mais, ce qui est plus curieux encore, le croisement entre deux de ces castorrex d'origine géographique différente a parfois donné, contrairement à toutes les prévisions, la forme dominante, c'est-à-dire le Lapin ordinaire à longs poils.

Des expériences poursuivies depuis 1927 m'ont permis d'établir la formule génétique des castorrex. Ce n'est pas celle que l'on avait imaginée tout d'abord; elle renferme deux facteurs indépendants que j'appelle *a* et *b*,

allélomorphes de A et B du Lapin normal. La combinaison *abab* est le castorrex original, celui qui a apparu en premier lieu. Les éleveurs, sans s'en douter, en pratiquant au hasard des croisements entre les castorrex du début (rares et d'un prix élevé) et des Lapins ordinaires, ont réalisé les combinaisons AA*bb*, *aa*BB (homozygotes) et *aa*B*b*, A*abb* (hétérozygotes) qui ont également l'aspect castorrex, un seul facteur, soit *a*, soit *b*, suffisant pour déterminer le phénotype. Il est maintenant facile de comprendre le croisement qui a si profondément troublé les observateurs : celui de deux castorrex qui ne donnent pas un seul castorrex mais seulement des Lapins normaux. C'est le croisement AA*bb* × *aa*BB ; le dihétérozygote produit, de formule AABB*aabb*, a par conséquent les facteurs dominants de la fourrure normale ; c'est le croisement classique qui donne naissance aux atavistes. Les prétendus mutants de Lübeck, de l'Eure, d'Alsace et de Moselle, signalés par différents auteurs, ne sont nullement des mutations nouvelles, mais de simples combinaisons à phénotype castorrex provenant de l'introduction insoupçonnée, dans des élevages ordinaires, de Lapins d'aspect normal, mais hétérozygotes à formules A*a*B*b*, A*a*BB et AAB*b* ; un jour ou l'autre devaient sortir des combinaisons renfermant soit *a*, soit *b*, ou plus rarement à la fois *a* et *b*.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *Différence de l'action biologique provoquée dans les levures par diverses radiations*. Note [1] de M. A. **Lacassagne**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons décrit avec Holweck les modifications provoquées par l'irradiation de la levure *Saccharomyces ellipsoideus* au moyen des rayons X mous [2]. Nous nous proposons de comparer ces modifications à celles obtenues avec d'autres radiations.

I. Radiations employées. — 1° *Rayons ultraviolets*. — Ils provenaient d'une lampe à vapeur de mercure à enveloppe de quartz ; régime maintenu constant (57 volts, 3,82 ampères) grâce au réglage de la tension d'alimentation et du refroidissement de la lampe ; filtrage par un écran en verre de Wood-Saint-Gobain, de 3^{mm}, qui présentait une bande de transparence de 2800 à 3800 Å, avec un maximum très marqué à 3350 Å. Les doses

---

[1] Séance du 17 février 1930.

[2] *C. R. Soc. Biol.*, 103, 1930, p. 60.

n'étaient connues qu'en valeur relative; en effet, si la mesure de l'énergie incidente est déjà difficile, la détermination complémentaire du coefficient d'absorption de la substance sensible du micro-organisme, nécessaire pour connaître l'énergie absorbée, paraît impossible, ce coefficient devant dépendre de la forme de la molécule chimique absorbante. Cependant, grâce à une précieuse propriété des courbes de probabilité mise en évidence par Mme P. Curie [1], la seule connaissance des doses en valeur relative permet de calculer la valeur du nombre minimum de coups au but (c'est-à-dire le seuil, nécessaire pour produire la lésion considérée [2]).

2° *Rayons X mous.* — Deux radiations monochromatiques ont été utilisées. Respectivement de longueur d'onde 8,32 et 1,93 Å; elles étaient produites et mesurées au moyen des appareils déjà décrits par Holweck [3].

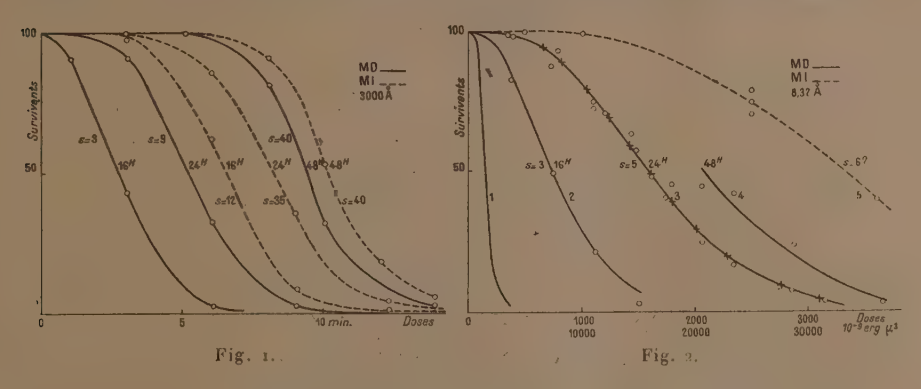


Fig. 1. Fig. 2.

3° *Rayons α.* — Ils étaient fournis par un dépôt de polonium sur un disque de nickel, valant initialement 16250 U. E. S. A une distance de 15mm de la source, chaque micron carré de surface irradié recevait, en moyenne, une particule α toutes les 4,35 secondes.

II. Pratique des expériences. — A partir d'une culture de 48 heures sur gélose au moût de bière, on réalisait une dilution convenable de levures dans du sérum artificiel, et l'on ensemençait la surface d'une gélose, sur plusieurs portions de laquelle on faisait agir les radiations. On conservait la boîte à une température constante de 25°. A des intervalles fixes après le moment de l'ensemencement (16, 24 et 48 heures), on pratiquait, à l'examen microscopique direct, une numération des éléments autour d'un

(1) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 197.

(2) *C. R. Soc. Biol.*, 100, 1929, p. 1101.

(3) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1203 et 1318.

point exactement repéré sur chaque champ. Un pourcentage des lésions était établi en distinguant trois états parmi les levures observées : *a.* l'absence de division cellulaire, correspondant soit au retard plus ou moins prolongé de celle-ci, soit à la mort des individus; nous désignerons dorénavant cette catégorie par les lettres MI, signifiant mort immédiate (apparente ou réelle); *b.* l'accomplissement d'une seule division, que nous désignerons par MD mort différée (apparente ou réelle); *c.* l'accomplissement de plusieurs divisions cellulaires, aboutissant ordinairement, mais plus ou moins rapidement à la constitution de colonies. La proportion de ces trois groupes variera, pour chaque champ, avec la dose, mais aussi dans le temps, à cause du plus ou moins grand nombre d'individus en état de mort apparente qui répareront leurs lésions. Au delà de 24 heures, la numération exacte est rendue difficile sur les champs faiblement irradiés, par le grand développement des colonies qui deviennent confluentes.

III. Résultats pour chaque radiation. — Ainsi qu'en témoignent les courbes de la mortalité des éléments en fonction de la dose ([1]) les phénomènes se déroulent différemment suivant les cas :

1° *Rayons ultraviolets.* — On constate déjà la présence d'éléments en état de MI pour les plus petites doses administrées; leur nombre croît rapidement avec celles-ci. Mais beaucoup d'entre eux ne sont qu'en mort apparente et ils reprennent leur évolution par la suite. On n'observe pas le phénomène de la MD réelle; la stérilisation du champ irradié dans les conditions de l'expérience s'obtient, à partir d'une certaine dose, par la MI réelle de la totalité des éléments. Pour les levures irradiées à l'ultraviolet, il n'y a donc que l'alternative de la MI ou de la réparation apparente et plus ou moins rapide des lésions.

2° *Rayons X mous.* — Rappelons que, par comparaison avec ce qui vient d'être dit, l'action des rayons mous se caractérise par l'absence de MI pour des doses qui provoquent des MD de plus en plus nombreuses. On ne rencontre pratiquement pas d'éléments restés uniques alors que la stérilisation est acquise du fait de la MD de la plupart des éléments.

3° *Rayons* α. — Le processus de la stérilisation par MI ou MD, dans le sens opposé à ce qui s'observe avec l'ultraviolet, est encore plus net que dans le cas des rayons X. Toutes les levures meurent au cours d'une première division cellulaire avant que la dose ait été suffisante pour entraîner la MI d'un élément.

([1]) Voir la Note suivante de Holweck.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *Étude énergétique de l'action biologique de diverses radiations.* Note (¹) de M. F. HOLWECK, présentée par M. Jean Perrin.

I. CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES DES RADIATIONS EMPLOYÉES. — 1° *Rayons ultraviolets.* — Longueur d'onde efficace, environ 3000 Å ; quantum en volts, 4. L'absorption est moléculaire, la radiation non ionisante.

2° *Rayons X mous.* — *a.* KAl : Quantum, 1490 volts. Les deux photo-électrons de l'effet Auger sur 1^{at} de C donnent, en supposant la même énergie nécessaire pour produire une paire d'ions dans l'air et dans l'eau, 35 paires d'ions le long d'une trajectoire de $0^{\mu},043$ et 7 paires d'ions le long de l'autre trajectoire de $0^{\mu},002$; rayon d'action ionique du quantum : $0^{\mu},01$ environ. *b.* KFe : Quantum, 6390 volts. Une trajectoire de $1^{\mu},1$ avec 181 paires d'ions et une de $0^{\mu},002$ avec 7 paires d'ions ; rayon d'action ionique, $0^{\mu},3$ environ.

3° *Rayons* α. — Dans les conditions de l'expérience chaque particule α qui traverse le microorganisme sème, le long d'un sillage de largeur négligeable, 5000 paires d'ions par μ (en faisant toujours la même hypothèse sur l'énergie d'ionisation).

II. NOTION DE ZONE SENSIBLE ET DE CIBLE. — La courbe de probabilité donne, comme grandeurs caractérisant la radiosensibilité, en plus du seuil, le volume dans lequel le quantum doit être absorbé pour avoir une action nuisible. Nous appellerons désormais ce volume cible. Lorsque l'action résultant de l'absorption du quantum est très finement localisée au voisinage du lieu d'absorption, ce qui est probablement le cas de l'ultraviolet, le volume de la cible coïncide avec celui de la zone sensible. Mais lorsque la zone ionique d'action d'un quantum n'est plus ponctuelle, ce quantum, absorbé légèrement à côté de la zone sensible, pourra cependant y envoyer son électron nocif : la cible sera alors plus grande que la zone sensible. Ce phénomène est surtout important avec les rayons de 1,93 Å. Avec les rayons α, la courbe de probabilité donne la mesure de la surface dans laquelle la trajectoire doit passer pour avoir une action nocive. Le diamètre de cette surface ne coïncide avec le diamètre de la zone sensible que si celle-ci est sphérique. Dans les autres cas, le diamètre de la cible sera plus grand que celui de la zone sensible.

(¹) Séance du 17 février 1930.

III. Courbes des lésions. — 1° *Rayons ultraviolets* [1]. — Les abscisses sont en unités arbitraires. On remarque que :

a. Les courbes MD et MI tendent l'une vers l'autre, la MD réelle n'existant pas avec cette radiation, ainsi que l'indique Lacassagne dans une Note précédente. *b.* Les seuils sont très élevés et atteignent 40 comme il convient à des quanta de petite énergie.

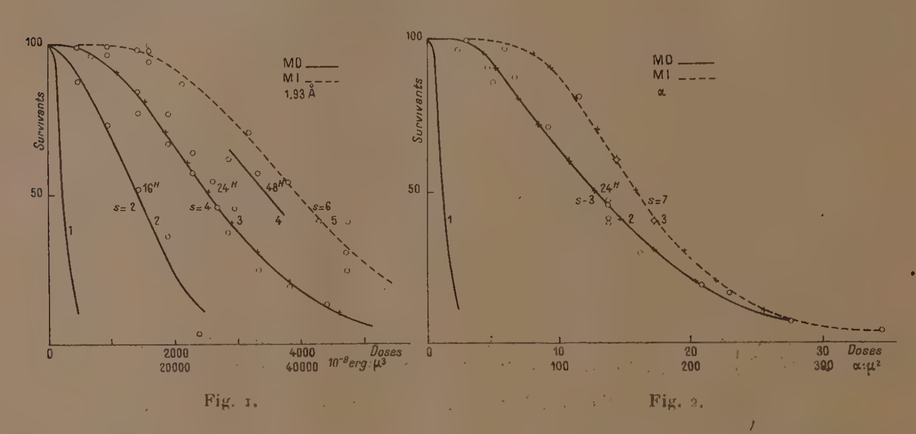


Fig. 1. Fig. 2.

2° *Rayons X mous.* — *a.* KAl [1] : Les courbes 2, 3, 4 sont relatives à la MD après 16, 24 et 48 h., et sont tracées à grande échelle. La courbe 6 est celle de MI avec une échelle des doses 10 fois plus réduite, et la courbe 1 est, à cette même échelle, la reproduction de la courbe 3. On remarque sur la courbe 3, tracée au moyen de nombreuses valeurs expérimentales (points ronds), une très bonne coïncidence entre ces grandeurs et les points calculés (croix), en supposant $s = 5$. Cet accord est un argument important pour la validité de l'usage que nous faisons de la théorie des probabilités. Pour MD 15 h. $s = 3$ environ et pour MD 48 h. $s = 6$ (?). On remarque deux faits nouveaux : le nombre des MI ne change pas après 16, 24 ou 48 h. et les courbes de MI et de MD (5 et 1) au lieu d'être voisines et de tendre à se confondre sont extrêmement lointaines. Le diamètre de la cible de MD 24 h. est de $0^{\mu},24$ et celui de MI de $0^{\mu},1$ environ. La dose qui donne 50 pour 100 de MD 24 h. est 30000 paires d'ions : μ^3 et celle qui donne 50 pour 100 de MI est 20 fois plus forte. *b.* KFe : Les courbes (*fig.* 1) correspondent aux précédentes. L'aspect général est le

---

(1) Voir les figures de la Note de M. Lacassagne.

même, mais le seuil de MD 24 h. est plus petit et égal à 4. Les seuils de MD 16 h. et 48 h. sont respectivement 2 et 5 environ. Le seuil de MI est 6 environ et les cibles de MD et MI ont $0^{\mu},32$ et $0^{\mu},15$ de diamètre. Les doses qui donnent 50 pour 100 de MD 24 h. sont 47000 paires d'ions : μ^3 et celle qui donne 50 pour 100 de MI est 16 fois plus forte.

3° *Rayons* α (*fig.* 2). — Pour plus de lisibilité, on n'a tracé que les courbes de MD 24 h. (2) à grande échelle, et les courbes de MI (3) et de MD 24 h. (1) à petite échelle. On remarque d'abord que les points de la courbe 3, calculés et mesurés, sont ici aussi en très bon accord. Le seuil de MD 24 h. est 3, celui de MI est 7 comme avec les rayons X. Les MI n'évoluent plus après 16 h. La dose de 50 pour 100 de MD 24 h. est 58000 paires d'ions : μ^3 et celle de MI, 14 fois plus grande.

IV. *Comparaisons générales.* — Le seuil devient d'autant plus grand que l'énergie du quantum est plus petite. Le volume de la cible diminue quand l'énergie du quantum devient plus faible et tend vers le volume de la substance sensible. Les volumes sensibles de MD 24 h. et de MI représentent une fraction très petite du volume total de la levure (1/7000 et 1/70000). Les ions distribués finement sont plus nocifs que ceux produits par paquets denses sans que, cependant, des répartitions très différentes amènent des variations de doses de plus de 1 à 2. Avec l'ultraviolet non ionisant, lorsqu'on administre une dose telle qu'on a 50 pour 100 de MI, on a aussi 50 pour 100 de colonies normales. Avec les rayons ionisants, lorsqu'on a 50 pour 100 de MI, aucun élément ne donne de colonie normale et lorsqu'on a 50 pour 100 de MD il n'y a pas de MI.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Vitamine A et Carotène.*

Note de M. **N. Bezssonoff**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

En 1927 [1], j'ai indiqué le procédé suivant pour isoler des végétaux une fraction lipidique contenant toute la vitamine A et les carotènes (anciennement *carotines*), mais exempte de chlorophylle; le jus végétal frais est mélangé avec une solution d'acétate neutre de plomb. Le précipité ainsi obtenu, après dessiccation dans le vide, cède par extraction à l'éther de pétrole, ou au benzène, de un tiers à un quart des lipides présents dans le végétal, y compris la vitamine A et les carotènes. Après évaporation du

---

[1] *Revue pathol. végét.*, 9, 1927, p. 568; *Bull. Soc. chim. biol.*, 11, 1929, p. 1146.

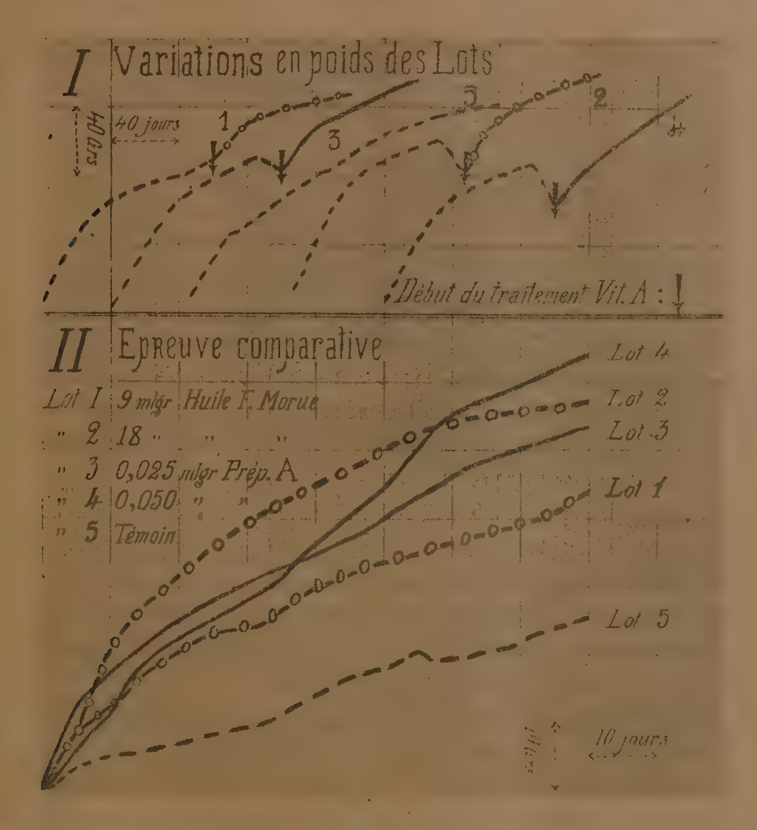
solvant, le résidu dissous dans l'huile d'arachide est utilisé pour les épreuves biologiques. Une préparation de ce genre, obtenue avec la Carotte, a été donnée à de jeunes rats aux doses journalières de 2,5 et 5,0 centièmes de milligramme de résidu lipidique, correspondant environ à 100 et 200^{mg} en jus de carotte. Des rats traités à l'huile de foie de morue et des témoins privés de vitamine A ont servi de témoins. Au préalable, tous ces rats avaient été soumis 100 jours à un régime privé de vitamine A, ce régime étant composé au début, et jusqu'au quatre-vingt-quatrième jour, avec : amidon de riz, 68; caséine extraite à l'alcool et chauffée, 18; levure fraîche, 8; mélange salin, 4; agar-agar, 2; papier-filtre et eau à volonté, plus 0,1^{mg} d'ergostérol irradié par jour et par rat. Du quatre-vingt-quatrième jour et jusqu'à la fin de l'expérience : amidon de riz, 53; caséine extraite à l'alcool et à l'éther éthyliques, puis chauffée, 18; huile d'arachide, 14; levure, 10; mélange salin, 5; papier, eau et ergostérol irradié.

Pour former le lot témoin de l'épreuve comparative, on a choisi les quatre rats les plus vigoureux.

Le graphique I reproduit les variations de la moyenne du poids de chaque lot au cours de toute l'expérience. Le graphique II ne concerne que leur gain moyen en poids pendant l'épreuve comparative. Notons que l'action A de la dose de 2,5 centièmes de milligramme donnée au lot 3 se montra supérieure à celle de 9^{mg} d'huile de foie de morue et que, d'après des dosages colorimétriques faits avec une approximation de ±2,5 pour 100, cette dose contenait 2,1 millièmes de milligramme en carotènes.

Les expériences de H. v. Euler et B. v. Euler, Karrer, Hellstrom, ses collaborateurs (1928-1929), Moore (1929) Collison, Home, Smedley-Mc Lean et Smith (1929), faites avec des échantillons de carotènes cristallisés, isolés de la carotte et d'autres plantes les ont incités à supposer que la vitamine A des végétaux est un carotène et qu'elle diffère de celle des huiles animales. Mais à l'examen de leurs données, il apparaît que l'action A a été nette et décisive seulement à partir d'une dose de 1 centième de milligramme de carotène cristallisé. Cette action ne semblait pas cependant dépasser celle de la dose donnée à mon lot 2, laquelle ne contenait que 2,1 millièmes de milligramme de carotènes. Les doses de 2 et 3 millièmes de milligramme en carotènes cristallisés, utilisées par ces auteurs, se révélèrent sans effet. De plus, Dulière, Morton et Drummond (1929) ont montré que même une dose de 0^{mg},5 de carotène isolé de la carotte peut être privée de toute action A, ce qui, contrairement à Moore (1929), peut bien s'expliquer uniquement par la grande pureté du carotène qu'ils utilisèrent. Remarquons en outre

que H. v. Euler a noté lui-même un cas de discordance entre l'intensité d'une réaction colorée attribuée à la vitamine A et la concentration en carotène des solutions éprouvées. De telles discordances s'observent fréquemment, surtout si l'on opère non seulement avec le $SbCl^3$, mais aussi avec des réactifs plus spécifiques de la vitamine A, tels le diméthylsulfate et



l'acide mono-molybdophosphotungstique. Tous ces faits sont défavorables à la supposition que le carotène est la vitamine A des végétaux. L'hypothèse complémentaire selon laquelle, parmi les carotènes différents d'une plante, un seul serait la vitamine A, ne suffit pas à expliquer l'égalité d'action de 2,5 centièmes de milligramme, de substance lipidique, contenant 2 millièmes de milligramme de carotènes et de 1 centième de milligramme d'un carotène qui serait la vitamine A pure. D'autre part, je dois signaler que mes tentatives d'écarter définitivement les hypothèses de H. v. Euler, en

isolant des végétaux une préparation très active, exempte de carotènes ont échoué. Mais la difficulté dans la séparation de la vitamine A et du carotène ne suffit pas à prouver qu'ils sont identiques. D'autant que d'autres explications du lien existant entre la vitamine A et les carotènes s'accordent mieux avec l'ensemble des données expérimentales. Elles consistent à admettre l'absorption sélective de la vitamine A par le carotène, son adhérence spéciale à cette dernière et l'existence entre eux de combinaisons moléculaires.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Oxydation des huiles en présence des stérols irradiés.* Note de M. **E. Couture**, présentée par M. A. Desgrez.

Les recherches que nous avons effectuées au sujet de l'action photochimique des stérols irradiés sur la plaque photographique nous ont permis de caractériser la présence de produits aldéhydiques et d'oxygène actif. Nous avons pensé qu'il s'agissait de la coupure d'une ozonide formée sur les liaisons éthyléniques de la molécule des stérols. Nous n'avions pas pu jusqu'à ce jour mettre en évidence la présence d'eau oxygénée. La réaction à l'acide titanique fondu avec du pyrosulfate de potasse nous a permis de caractériser ce corps de façon nette.

Nous nous sommes demandé si, en raison de la présence d'oxygène actif, les stérols irradiés ne joueraient pas, dans certaines conditions, le rôle de catalyseur d'oxydation.

Nos essais ont porté sur les huiles, en raison de la solubilité des stérols dans ces composés. Nous avons choisi deux huiles particulièrement siccatives, l'huile de lin et l'huile de foie de morue.

Nous avons employé la méthode pondérale à cause de sa précision et parce qu'elle ne nécessite aucun prélèvement au cours de l'expérience.

Nos essais ont tous été faits sur des quantités d'huile égales, dans des cristallisoirs identiques de 4^{cm} de diamètre, dans les mêmes conditions de température et de pression; chaque prise d'essai étant de 20^{g}, on y ajoutait 20 gouttes d'une solution de stérol à 1 pour 100 dans la même huile que celle étudiée. Nous avons placé les cristallisoirs dans une cloche à deux tubulures dans laquelle arrivait l'oxygène d'une bombe. Les pesées ont été faites tous les 2 jours. La durée de chaque essai a porté sur 30 jours.

Un premier groupe d'expériences a eu lieu à la lumière diffuse, un deuxième à l'obscurité, toutes choses égales d'ailleurs.

I. *Oxydation de l'huile de lin.* — C'est l'ergostérol de levure, irradié une demi-

heure, qui s'est montré le plus actif. L'oxydation a été intensifiée dans le rapport de 2,54 à 1 (l'intensité d'oxydation pour le témoin étant représentée par l'unité).

II. *Oxydation de l'huile de foie de morue.* — C'est le stérol de l'huile de foie de morue, irradié une demi-heure, qui s'est montré le plus actif, l'accélération étant dans le rapport de 2,98 à 1.

Il semble donc qu'il y ait, dans ce rôle d'autoxydation des huiles par les stérols irradiés, une spécificité marquée; action qui se manifeste au maximum pour le stérol extrait de l'huile même dont on suit l'oxydation, mais qui est marquée également, de façon élective, pour les stérols d'origine animale vis-à-vis des huiles animales d'une part, pour les phytostérols à l'endroit des huiles végétales d'autre part.

Ainsi, l'ergostérol irradié une demi-heure accélère l'huile de lin dans le rapport 2,54, et seulement l'huile de foie de morue dans le rapport 1,60. Le stérol d'huile de foie de morue accélère l'huile de foie de morue dans le rapport 2,98, et l'huile de lin dans celui de 1,64.

L'irradiation d'une demi-heure répond aux conditions optima.

En filtrant la radiation ou en irradiant les stérols en atmosphère d'azote ou de gaz carbonique, on ne modifie en rien les résultats précédents, ce qui démontre que cette action activante est un phénomène créé par l'irradiation, mais secondaire à elle. Par contre, si l'on étudie l'oxydation des huiles dans les mêmes conditions à l'obscurité, on n'observe plus aucune différence. Nous avons représenté ces résultats par des courbes qui sont très divergentes à la lumière, et se confondent à l'obscurité.

De ces diverses expériences nous pouvons conclure :

1° Que les stérols sont pour les huiles siccatives des catalyseurs d'oxydation;

2° Qu'ils sont, de plus, des catalyseurs spécifiques de l'huile d'où ils ont été extraits;

3° Que l'irradiation accélère cette action, avec un maximum au bout d'une demi-heure et une limite à 10 heures d'irradiation;

4° Que cette irradiation peut avoir lieu à l'air libre ou en atmosphère d'azote, avec tout le spectre, ou en lumière de Wood, sans modifier l'action activante;

5° Que la lumière est indispensable à cette catalyse. Les stérols irradiés semblent donc être, pour les huiles, des transformateurs d'énergie lumineuse.

MICROBIOLOGIE. — *Le facteur microbien dans la fabrication de la saumure indochinoise* (Nuoc-mam). Note de MM. **L. Boëz** et **J. Guillerm**, présentée par M. Calmette.

Le *Nuoc-mam*, denrée alimentaire nationale annamite, d'une importance industrielle indigène considérable, est une dissolution de matières albuminoïdes à un certain degré de désintégration, résultant de la macération du poisson dans une solution concentrée de sel marin. On admet que « les éléments actifs dans cette fabrication sont les diastases des organes digestifs du poisson » [Rosé et Mesnard (1)] en présence d'un taux de sel (250 pour 1000) suffisamment élevé pour s'opposer à la putréfaction.

De fait, la digestion se développe activement en présence de chloroforme, qui respecte l'action des diastases tout en s'opposant au développement microbien ; mais, dans ces conditions, le produit obtenu, bien qu'identique, par sa composition chimique, au Nuoc-mam préparé selon la technique indigène, est dépourvu de l'odeur *sui generis* propre à ce produit. Nous avons été amenés à attribuer le fumet particulier du Nuoc-mam à l'activité d'une flore microbienne spéciale, représentée par des *germes anaérobies stricts* qui trouvent, dans certaines phases de l'opération industrielle, des conditions favorables à leur développement. L'étude de leur action protéolytique montre que, dès le 6e ou 7e jour de la culture, on obtient un liquide répondant non seulement à la définition chimique du Nuoc-mam, mais présentant ses caractères organoleptiques si particuliers.

Nos recherches ont porté sur le muscle même du poisson, qui réalise des conditions remarquables d'anaérobiose et ne présente pas, au moins à une desphases initiales de l'opération industrielle, un taux de salure incompatible avec l'activité microbienne (100 pour 1000).

Nous possédons actuellement une collection complète de germes anaérobies stricts, isolés au cours de ces dernières années des cuves de saumure et caractérisés par l'odeur *sui generis* qu'ils dégagent en culture et par leur pouvoir remarquable de désintégration pour les matières albuminoïdes animales.

Très rares dans la saumure et même dans la cavité viscérale des poissons immergés, ces germes se multiplient très activement dans le tissu musculaire qui est littéralement envahi dès le deuxième jour de l'opération par

(1) Rosé, *Le Nuoc-mam, condiment national indochinois* (*Annales de l'Institut Pasteur*, 33, 1919, p. 275). — Mesnard et Rosé, *Recherches complémentaires sur la fabrication du Nuoc-mam* (*ibid.*, 34, 1920, p. 622).

une flore d'aspect homogène, constituée par de gros bacilles prenant le Gram qui se retrouvent au même lieu d'élection pendant toute la durée de l'opération. L'apparition de cette flore homogène de germes anaérobies stricts coïncide sensiblement avec la disparition de la flore aérobie de contamination, la seule étudiée jusqu'à ce jour.

L'isolement de ces germes, en milieu acide anaérobie, offre quelques difficultés. Une fois adaptés aux milieux artificiels, ils peuvent être aisément cultivés.

Caractères d'un spécimen de la série des germes étudiés. — Bacille anaérobie strict prenant le Gram, sporulant au cinquième jour en milieu de Veillon, spore subterminale, ovale, résistant 15 minutes à 80°, mais tuée en 30 minutes à la même température.

En gélose de Veillon : colonies apparaissant en moins de 24 heures, atteignant 2 à 3^{mm} de diamètre en quelques jours; centre flou, entouré de ramifications épaisses, courtes et contournées; production de bulles gazeuses en 24 heures et fragmentation du milieu en 3 ou 4 jours : fumet caractéristique du nuoc-mam sans odeur de putréfaction.

La culture, abondante à la température ordinaire (28°), est plus rapide à 37° et 45°, encore active à 50°, douteuse à 52°. En surface, en atmosphère anaérobie, développement de colonies géantes très ramifiées, d'environ 1^{cm} de diamètre.

Milieu viande (sous vaseline : virage au rouge vif en 24 heures, brunissement progressif et léger dès le troisième ou quatrième jour, production de gaz (quelques centimètres cubes); digestion très active, débutant le premier jour, intéressant la moitié de la masse musculaire dès le cinquième jour, odeur caractéristique.

Bouillon Martin anaérobie : culture, production de gaz, pas d'indol. *Lait :* coagulation et digestion progressives. *Œuf coagulé :* digestion active. Pas de dégagement de H^2S dans le milieu à l'acétate de plomb, même additionné d'hyposulfite. Fermentation de tous les sucres (glucose, maltose, lévulose, saccharose, mannite), avec production de gaz surtout abondante avec le glucose et le maltose.

Tel qu'il est produit dans la fabrication indigène, qui demande plusieurs mois, le nuoc-mam est, pour une large part, le résultat d'un processus microbien de germes anaérobies stricts, lesquels participent à la fois à l'action digestive et à la production d'un fumet caractéristique. Ils appartiennent à la catégorie des ferments mixtes décrits par Tissier. Leur pouvoir de désintégration permet de préparer en quelques jours, au laboratoire, sans intervention des sucs digestifs, un produit en tous points identique au nuoc-mam obtenu par la méthode saumurière traditionnelle indigène.

A 16^h l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 40^m$.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de janvier 1930.

Refoulement du Sahara. Première partie : *Comment l'homme accroîtra progressivement les pluies des régions arides*, par Hippolyte Dessoliers. Paris, Ch. Béranger, 1930; 1 vol. 27^{cm}.

Mathematica. Volumul II, 1929.

Omagiu profesorului D. Emmanuel. Cluj. Institutul de arte Grafice « Ardealul ». 1 vol. $24^{cm},5$.

La biosphère, par W. Vernadsky. Paris, Félix Alcan, 1929; 1 vol. 19^{cm}.

Faune des colonies françaises, publié sous la direction de A. Gruvel. Tome III, fasc. 5 : *Les scorpions de Madagascar*, par Louis Fage. Paris, 57, rue Cuvier, 1929; 1 fascicule 25^{cm}. (Présenté par M. L. Joubin.).

Faune des colonies françaises, publié sous la direction de A. Gruvel. Tome III, fasc. 4 : *Contribution à l'étude de la faune de Madagascar*, publié par G. Petit. Paris, 57, rue Cuvier, 1929; 1 fasc. $25^{cm},5$.

Commission internationale pour l'exploration scientifique de la mer Méditerranée. *Faune et flore de la Méditerranée.* Paris, Institut océanographique, 1929; 24 planches, $27^{cm},5$.

Ministère de la Guerre. *Mémorial du Service géographique de l'Armée faisant suite au Mémorial du dépôt général de la guerre.* Tome III : *Description géométrique de la France, méridienne de France.* Premier fascicule. Paris, Service géographique de l'Armée, 1929; 1 vol. 31^{cm}.

Traité de polarimétrie, par Georges Bruhat, 1930, *Revue d'Optique théorique et instrumentale*, Paris. 1 vol. $24^{cm},5$.

Les étapes de la Physique, par H. Volkringer. Paris, Gauthier-Villars, 1929; 1 vol. $21^{cm},5$.

Centre international de synthèse. Première semaine internationale de synthèse. Premier fascicule : *L'évolution en biologie*, exposés par Maurice Caullery, Émile Guyénot et P. Rivet. Discussions. Paris. La Renaissance du livre, 1929; 1 vol. $20^{cm},5$.

(*A suivre.*)